Deutscher Bundestag
13. Wahlperiode

Drucksache 13/146

23. 12. 94

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1994

Inhaltsverzeichnis

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 23. Dezember 1994 gemäß Beschluß des Deutschen Bundestages.

Verzeichnis der im Text enthaltenen Übersichten, Graphiken und Karten

Übersicht

Karte

Seite

Graphik

Zusammenfassung

Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1994

Die **Waldökosysteme** sind aufgrund ihrer wichtigen und vielfältigen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen (z. B. Rohstoffquelle, Boden- und Grundwasserschutz, Kohlenstoffspeicher, Erholungsraum, Schutz der Artenvielfalt) ein **unverzichtbarer Teil der menschlichen Lebensgrundlagen.** Die Ergebnisse der Waldschadenserhebungen, der Depositionsmessungen an Waldstandorten sowie der Waldökosystemforschung zeigen, daß die Waldökosysteme **in Deutschland auch weiterhin gefährdet** sind.

Nach den **Ergebnissen der diesjährigen Waldschadenserhebung**, die wie 1991 als bundesweite Vollstichprobe (Erhebung im Netz von mindestens 4 x 4 km) durchgeführt wurde, haben die neuartigen Waldschäden in Deutschland das **hohe Niveau** der Vorjahre **beibehalten: 1994 weist jeder vierte Baum (25%) deutliche Schäden auf** (Schadstufen 2–4, d. h. über 25% Nadel-/Blattverlust). Im Durchschnitt aller Länder und aller Baumarten stieg der **Anteil deutlich geschädigter Bäume im Vergleich zum Vorjahr um 1%-Punkt.**

Am stärksten geschädigt sind die Eichen mit einem Anteil von 45% deutlich geschädigter Bäume. Von den Buchen weisen 32% deutliche Schäden auf. Bei den Fichten sind es 24% und bei den Kiefern 20%. Während sich die Fichten um 2%-Punkte verschlechtert haben, blieb das jeweilige Schadniveau der anderen Hauptbaumarten Kiefer, Buche und Eiche insgesamt gleich. Allerdings ergeben sich bei den Baumarten z. T. erhebliche regionale Unterschiede.

Regional ist das Schadniveau sehr unterschiedlich:

- Vergleichsweise gering ist der Anteil der deutlich geschädigten Bäume in den nordwestdeutschen Ländern mit 16%. Hoch ist er in den ostdeutschen Ländern mit 23%. Am stärksten betroffen sind die Wälder in den süddeutschen Ländern; hier beträgt der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden 29%.
- Besonders gering ist der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden mit 11% in Mecklenburg-Vorpommern sowie mit jeweils 15% in Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen. Besonders hoch ist er mit 45% in Thüringen und mit 38% in Hessen.

Die vorhandenen Zeitreihen zeigen bei den deutlichen Schäden:

- in den nordwestdeutschen Ländern mit 16% ein Verharren auf dem im Vorjahr erreichten höchsten Stand seit dem Beginn der Zeitreihe (1984: 10%),
- in den süddeutschen Ländern mit 29% einen Anstieg auf das bislang höchste Schadniveau seit Beginn der Zeitreihe (1984: 20%),
- in den ostdeutschen Ländern dagegen mit 23% einen weiteren, deutlichen Rückgang gegenüber 1991 (38%); zu Beginn der Zeitreihe (1990) waren es 36%.

Ältere Bäume (über 60jährige) weisen im Durchschnitt aller Baumarten **dreifach höhere Schäden auf als jüngere.** Die Entwicklung der deutlichen Schäden verläuft bei älteren und jüngeren Bäumen weitgehend parallel zueinander.

Insgesamt verharren die deutlichen Schäden seit 1991 mit geringen Schwankungen auf hohem Niveau. Auch der Anteil der Bäume ohne erkennbare Schadmerkmale blieb nahezu unverändert.

Die neuartigen Waldschäden sind nicht auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland beschränkt. Die Waldschadenserhebungen in den anderen europäischen Staaten zeigen, daß die Symptome der neuartigen Waldschäden auch dort auftreten. Nach den aktuellsten verfügbaren Daten (1993) erweisen sich das Schadniveau und die Entwicklung des Waldzustandes sehr uneinheitlich. Nur bei den Laubbäumen wurde – insbesondere in Nord- und Osteuropa – eine generelle Tendenz zur Zunahme der deutlichen Schäden festgestellt.

Ursachen der neuartigen Waldschäden

Die **Ursachen der neuartigen Waldschäden sind vielschichtig. Luftschadstoffen kommt dabei eine maßgebliche Rolle** zu. Sie belasten die Wälder nach wie vor erheblich. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3), die auf zweifache Weise auf den Organismus wirken; einerseits direkt auf die oberirdischen Pflanzenorgane, andererseits indirekt über den Eintrag in den Boden. Dem indirekten, unterirdischen Wirkungspfad kommt dabei eine besondere Bedeutung zu: Die direkte Wirkung von Schadgasen klingt im allgemeinen ab, sobald sich deren Konzentration in der Luft verringert. Die Wirkungen der über Jahrzehnte im Boden akkumulierten Schadstoff- und Säureeinträge halten noch jahrelang an, auch wenn keine Einträge mehr folgen.

Darüber hinaus beeinträchtigt das bodennahe Ozon, das unter dem Einfluß von ultravioletter Sonnenstrahlung aus Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) entsteht, die Photosynthese und führt zu weiteren negativen Wirkungen an Pflanzen.

Die inzwischen in zahlreichen Waldbeständen vorgenommenen **Depositionsmessungen** zeigen:

- Die **Schwefeleinträge** und die sich daraus ergebenden Säureeinträge sind an nahezu allen Untersuchungsstandorten **erheblich zurückgegangen.** Dennoch erreichen die Schwefeleintragsraten an

einzelnen Standorten immer noch Werte bis zu 60 kg/ha jährlich.

- Die **Stickstoffeinträge** in Form von Nitrat und Ammonium und die damit verbundenen Säureeinträge zeigen dagegen an der Mehrzahl der Untersuchungsstandorte eine **gleichbleibende bis leicht steigende Tendenz.** In vielen Beständen liegen die durchschnittlichen jährlichen Einträge bei 30 bis 40 kg Stickstoff je Hektar. Auf zahlreichen Waldstandorten wurde bereits eine Stickstoffsättigung festgestellt, die verstärkte Stickstoffausträge aus den Waldökosystemen, z. T. in umweltbelastender Form, zur Folge hat.

Unterschiede in Niveau und Entwicklung der Schäden lassen sich jedoch nicht allein mit der jeweiligen Belastung durch Luftschadstoffe erklären, denn sie unterliegen vielfältigen Einflüssen (z. B. durch Standort, Bestand und Bewirtschaftung). Einfache und für alle Wälder gleichermaßen gültige Erklärungen sind daher nicht möglich.

Insgesamt werden weiterhin zuviel Schadstoffe in die Waldökosysteme eingetragen. Die Schwellenwerte der Verträglichkeit für Waldökosysteme (Critical Loads) bzw. die Pufferkapazität der Waldböden werden i. d. R. beträchtlich überschritten.

Einflüsse auf den Kronenzustand 1994

Neben den Dauerbelastungen durch Luftschadstoffe beeinflussen noch **andere** – sich u. U. kurzfristig ändernde – **Faktoren** den aktuellen Kronenzustand (z. B. Witterung, Blühen, Fruktifikation, Schaderreger). **Auch 1994 sind solche Faktoren regional in verschiedenem Ausmaß aufgetreten und haben sich außerdem je nach Baumart sehr unterschiedlich ausgewirkt:**

- **Witterung**: Für das bundesweite Ergebnis der Waldschadenserhebung 1994 läßt sich trotz des weithin günstigen Witterungsverlaufes kein einheitlicher Trend eines Einflusses auf den Kronenzustand feststellen. Die reichlichen Frühjahrsniederschläge und der anhaltend trocken-heiße Sommer haben sich auf die Schadsituation offenbar nicht in allen Teilen des Bundesgebietes generell positiv bzw. negativ ausgewirkt.
- **Blühen und Fruchtbildung** hatten in diesem Jahr insgesamt keinen erkennbaren Einfluß auf den Kronenzustand der Waldbäume. Bei der Buche allerdings, die in den letzten Jahren mehrfach stark fruktifiziert hatte, kann das Ausbleiben einer starken Fruchtbildung örtlich zu einer Milderung des Schadgeschehens beigetragen haben.
- **Biotische Schaderreger**: Der erkennbare Einfluß von Schadinsekten und Pilzen auf den Kronenzustand war 1994 insgesamt leicht rückläufig. Von den Baumarten war die Eiche – mit regionalen Schwerpunkten – wieder am stärksten von Schädlingen befallen. Aus methodischen Gründen spiegeln sich Massenvermehrungen an räumlich begrenzten Befallsherden, z. B. das Auftreten des Borkenkäfers an der Fichte, im Ergebnis der Waldschadenserhebung insgesamt kaum wider.

Maßnahmen der Bundesregierung gegen die neuartigen Waldschäden

Die Bekämpfung der neuartigen Waldschäden ist ein gemeinsames Anliegen von Bund und Ländern. Die Bundesregierung hat bereits 1983 das **Aktionsprogramm „Rettet den Wald“** beschlossen.

Wesentliche Elemente sind:

1. Eine konsequente **Politik der Luftreinhaltung** auf nationaler und internationaler Ebene. Die Bundesregierung hat die Voraussetzungen für eine entscheidende Verringerung der Schadstoffemissionen geschaffen; wichtige **Instrumente und Maßnahmen** dabei sind z. B. das Bundes-Immissionsschutzgesetz, die Großfeuerungsanlagen-Verordnung, die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, die Kleinfeuerungsanlagen-Verordnung, die Förderung schadstoffarmer Kfz sowie die inzwischen EU-weit verbindliche Einführung des schadstoffarmen Kfz, die Einführung des bleifreien Benzins und die Verordnungen zur Verringerung der VOC-Emissionen sowie die Klimaschutzstrategie der Bundesregierung. Darüber hinaus hat Deutschland das UN/ECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen von 1979 (Genfer Luftreinhaltekonvention) unterzeichnet. Die Verpflichtungen, Luftverunreinigungen so weit wie möglich zu verringern, sind im einzelnen in spezifischen Protokollen enthalten.
   - Besonders erfolgreich sind die Maßnahmen zur Verringerung der **SO_2-Emissionen** auf nationaler wie auf internationaler Ebene. In den alten Ländern sind die SO_2-Emissionen seit 1980 um 70 % auf 1,0 Mio. t SO_2 im Jahr 1991 zurückgegangen. Für Deutschland insgesamt nahmen sie seit 1989 um 28 % auf 4,55 Mio. t SO_2 im Jahr 1991 ab. Im Rahmen des UN/ECE-Übereinkommens sanken sie in Europa von 1980 bis 1990 um 30 % auf 36,2 Mio. t SO_2.
   - Auch bei der Verringerung der **NO_x-Emissionen** sind Erfolge auf nationaler Ebene erkennbar. Beim Hauptemittenten, dem Verkehr, konnte durch die eingeleiteten Maßnahmen eine dem gestiegenen Verkehrsaufkommen entsprechende Zunahme der Emissionen verhindert werden. Inzwischen ist sogar eine Abnahme der Emissionen zu verzeichnen. In den alten Ländern gingen die NO_x-Emissionen seit 1980 um 15 % auf 2,65 Mio. t im Jahr 1991 zurück. Für Deutschland insgesamt nahmen sie seit 1989 um 7 % auf 3,15 Mio. t im Jahr 1991 ab. Die Emissionen von NO_x blieben dagegen in Europa (im Rahmen des UN/ECE-Übereinkommens) von 1987 bis 1990 nahezu unverändert und betragen 20,1 Mio. t.
   - Ebenso zeichnen sich bei den **landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen** Erfolge ab. Sie gingen in Deutschland von 1985 (0,7–0,9 Mio. t) bis 1991 um ca. 23 % zurück.
   - Bei den nationalen **VOC-Emissionen** sind ebenso Rückgänge zu verzeichnen. In den alten Ländern gingen die VOC-Emissionen ohne Methan

seit 1980 um 17 % auf 2,25 Mio. t im Jahr 1991 zurück. Für Deutschland insgesamt nahmen sie seit 1989 um 4 % auf 3,00 Mio. t im Jahr 1991 ab.

2. Die Förderung **flankierender forstlicher Maßnahmen** im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes".

   Zusätzlich zu den Maßnahmen der Luftreinhaltung unterstützen Bund und Länder betroffene Waldbesitzer bei flankierenden forstlichen Maßnahmen mit dem Ziel, die Widerstandsfähigkeit der Waldökosysteme zu erhalten bzw. zu verbessern und somit den Schadensverlauf zu mildern. Bund und Länder haben im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe dafür von 1984 bis 1993 insgesamt knapp **531 Mio. DM** bereitgestellt.

3. Die Förderung einer interdisziplinären **Waldökosystemforschung** durch Bund und Länder. Im Rahmen der Ursachen- und Wirkungsforschung zu neuartigen Waldschäden haben Bund, Länder und andere Forschungsträger seit 1982 über 850 Vorhaben mit insgesamt rund **465 Mio. DM** gefördert.

4. Die **Überwachung der neuartigen Waldschäden** im Rahmen jährlicher Waldschadenserhebungen.

Wertung

Aus den Ergebnissen der Waldschadenserhebung 1994 und der in der Zeitreihe dokumentierten Entwicklung der Schäden wird sichtbar, daß der Wald nach wie vor gefährdet ist.

Die bisher durchgeführten Maßnahmen zur Luftreinhaltung zeigen Erfolge. Gleichwohl sind mit Blick auf die Erhaltung der Waldökosysteme weitere Emissionsminderungen wichtig.

So sind die **Schwefel**einträge deutlich zurückgegangen. Dennoch sind sie auf vielen Standorten nach wie vor zu hoch. Die deutlich verringerten Schwefeleinträge übersteigen die kritischen Belastungswerte für Depositionen (Critical Loads) in Waldökosysteme zum Teil noch beträchtlich. Dessen ungeachtet kann SO_2 auch bei relativ geringen Konzentrationen Wirkungen an Bäumen hervorrufen.

Die **Stickstoff**einträge zeigen an der Mehrzahl der Untersuchungsstandorte eine gleichbleibende bis leicht steigende Tendenz. Sie liegen beträchtlich über den für Waldökosysteme kritischen Eintragsraten.

Bei den Stickstoffoxiden wurden die erzielten Reduktionserfolge durch zusätzliche Emissionen, die durch ein gestiegenes Verkehrsaufkommen verursacht werden, zum Teil kompensiert.

Trotz des Rückgangs der landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen sind auch in diesem Bereich weitere Maßnahmen erforderlich.

Im Gegensatz zu den Schwefeldioxid-Emissionen ist die Entwicklung bei den Stickstoffoxid-Emissionen im internationalen Bereich unbefriedigend.

Es sind daher – auch angesichts der auf vielen Waldstandorten bereits festgestellten Stickstoffsättigung – national und international weitere Anstrengungen zur Verminderung der Stickstoffoxid-Emissionen nötig; dies gilt insbesondere für den Verkehrsbereich.

Die eingeleiteten Luftreinhaltemaßnahmen werden zu weiteren Verringerungen der Schadstoffemissionen führen. Insgesamt aber zeigen die Depositionsmessungen und -modelle, daß zuviel Schadstoffe aus nationalen Quellen, aber auch aus grenzüberschreitenden Schadstoffströmen in die Waldökosysteme eingetragen werden. Deshalb müssen **die Anstrengungen der Luftreinhaltepolitik fortgesetzt werden.**

Künftige Handlungsschwerpunkte der Bundesregierung gegen die neuartigen Waldschäden

Die Bundesregierung wird ihre Bemühungen zur Verringerung der neuartigen Waldschäden bzw. zur Erhaltung der Wälder fortsetzen:

1. **Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben für die Verringerung der neuartigen Waldschäden auch weiterhin Vorrang.** Sie werden im nationalen und im internationalen Rahmen konsequent weitergeführt:

   a) Die **Schwerpunkte** für künftige Maßnahmen zur Luftreinhaltung auf **nationaler Ebene** sind die weitere Verringerung

   - der Schadstoffemissionen aus Energieerzeugungs- und Industrieanlagen in den neuen Ländern,
   - der verkehrsbedingten Umweltbelastungen, vor allem NO_x und VOC sowie
   - der Stickstoffemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen.

   b) Auf **internationaler Ebene** wird die Bundesrepublik Deutschland ihre bisherige Rolle als treibende Kraft und Vorreiter beim internationalen Umweltschutz weiterhin beibehalten. Dazu gehören u. a.:

   - Die Erarbeitung eines weitergehenden Protokolls im Rahmen des UN/ECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung.
   - Die Umsetzung und die Fortentwicklung bei der Konferenz „Umwelt und Entwicklung" der Vereinten Nationen (UNCED 1992) gefaßter Beschlüsse. So arbeitet die Bundesregierung intensiv an der Umsetzung und Fortentwicklung der Klimarahmenkonvention sowie an völkerrechtlich verbindlichen Regelungen zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Waldbeschlüsse, z. B. eine Waldkonvention.
   - Bilaterale Umweltabkommen vor allem mit osteuropäischen Staaten, die insbesondere auf eine Verringerung der grenzüberschreitenden Schadstoffemissionen zielen.

In diesem Zusammenhang steht auch das beispielhafte nationale Wirken der Bundesregierung beim Schutz der natürlichen Umwelt.

Darüber hinaus tragen die im Rahmen der Klimaschutzstrategie der Bundesregierung ergriffenen Maßnahmen zur Verminderung der CO_2-Emissionen und anderer klimarelevanter Gase auch zur Reduzierung der die Wälder belastenden Luftschadstoffe bei.

2. Die **Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen** zur Stabilisierung der Waldökosysteme gegen die neuartigen Waldschäden wird fortgesetzt.

3. Die **Waldökosystemforschung** wird weiterhin gefördert.

Der Schutz unserer Wälder ist eine Herausforderung für die gesamte Gesellschaft. Ihr zu begegnen erfordert das Engagement aller Bürger und darf nicht allein dem Staat überlassen bleiben. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft müssen und können weiterhin – national wie international – für den Erhalt der Wälder tätig sein.

1.0 Der Waldzustand in der Bundesrepublik Deutschland

Im folgenden werden die Ergebnisse der diesjährigen Waldschadenserhebung vorgestellt. Die Erhebungen werden von den Ländern zeitgleich und nach einem einheitlichen Verfahren durchgeführt; es ist in Anhang 7.1 beschrieben. Die Länder werten ihre Ergebnisse auf Landesebene aus und erstellen auf dieser Grundlage eigene Waldzustandsberichte.

Der Waldzustandsbericht der Bundesregierung faßt die Ergebnisse der Waldschadenserhebungen der Länder zusammen. Er soll auf Bundesebene einen Überblick über das Ausmaß und die Entwicklung der neuartigen Waldschäden geben und auf dieser Grundlage zur Bewertung der Situation in den Waldökosystemen unter den vielfältigen und komplexen Einflüssen der Umwelt beitragen.

1.1 Der Kronenzustand als Merkmal der neuartigen Waldschäden

Die Begutachtung der Baumkrone während der Vegetationszeit ermöglicht einen Rückschluß darauf, ob der Baum vital oder in seiner Gesundheit beeinträchtigt ist. Der Kronenzustand repräsentiert den Gesundheitszustand des Baumes. Ausbildung und Zustand einer Krone werden allerdings von vielen Faktoren beeinflußt. Dazu zählen innere (z. B. genetische Veranlagung) und äußere Einflüsse (z. B. Wassermangel, Wind, Insektenfraß, Immissionseinflüsse, waldbauliche Behandlung).

Die Waldschadenserhebung zeigt somit das sich in Form eines schlechten Kronenzustandes äußernde „Fieber des Patienten Wald" an. Sie kann aber – ebensowenig wie ein Fieberthermometer – Auskunft über die Ursachen geben, auch wenn sich aus der Waldschadensforschung ergibt, daß Luftschadstoffen dabei eine maßgebliche Rolle zukommt. Aufgrund der Komplexität und Vielfältigkeit der Waldökosysteme und der auf sie einwirkenden Umwelteinflüsse ist ein Rückschluß auf die Ursachen nur auf der Grundlage umfassender, wissenschaftlicher Untersuchungen möglich (vgl. Abschnitt 4.0).

Wenn jedoch der Zustand des Waldes als komplexes Ökosystem in seiner Gesamtheit erfaßt und beurteilt werden soll, so sind weitere Parameter wie Bodenzustand, Wasserversorgung, klimatische Einflüsse, enzymatische und genetische Anzeiger, daraus resultierendes Wurzelwachstum, Holzzuwachs usw. zu berücksichtigen. Die Erfassung dieser Parameter ist allerdings sehr aufwendig und deren Auswertung schwierig, weshalb sie bisher nur im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen (z. B. auf Dauerbeobachtungsflächen, vgl. Abschnitt 3.3) ermittelt werden können.

Die auf der terrestrischen Kronenzustandserfassung beruhende Waldschadenserhebung hat folgende Vorteile:

1. Sie ist das einzige Verfahren, das bei vertretbarem Aufwand zuverlässige und vergleichbare Aussagen über den Waldzustand zeitnah ermöglicht:
   - Das Verfahren ist einfach, seine Prinzipien sind leicht vermittelbar. Durch den Einsatz von geschultem Fachpersonal ist die räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit sichergestellt.
   - Es erfordert einen vergleichsweise geringen Zeitaufwand (aufwendige Analysen oder Laborarbeiten sind nicht erforderlich). Dies erlaubt eine annähernd zeitgleiche und kostengünstige Durchführung der bundesweiten Erhebung.
2. Die mit Hilfe der jährlichen Waldschadenserhebung gewonnenen Daten bilden inzwischen Zeitreihen, die bis in das Jahr 1984 zurückreichen.

   Schleichende Veränderungen in den Waldökosystemen – wie z. B. die neuartigen Waldschäden oder die Auswirkungen der Klimaänderung – können nur mit Hilfe dieser langjährigen ununterbrochenen Zeitreihen erkannt und nachgewiesen werden. Die Waldschadenserhebung ist daher ein wichtiges Instrument der Umweltbeobachtung.

Die kontinuierliche Fortführung der Waldschadenserhebung ist daher unverzichtbar. Die Agrarminister des Bundes und der Länder haben am 2. Oktober 1992 beschlossen, die Überwachung des Waldzustandes mit Hilfe der **Waldschadenserhebung jähr-**

lich fortzusetzen und sie **alle drei Jahre als bundesweite Vollstichprobe** durchzuführen.

Bei der ausschließlich anhand des Kronenzustandes orientierten Beurteilung der neuartigen Waldschäden muß berücksichtigt werden, daß die neuartigen Waldschäden eine Komplexkrankheit sind, an deren Entstehung und Ausprägung vielfältige Faktoren in unterschiedlicher Intensität mitwirken.

1.2 Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1994

Dem diesjährigen Bericht liegen – wie in den Jahren 1984, 1986 und 1991 – die Ergebnisse einer bundesweiten Vollstichprobe (vgl. Anhang 7.1) zugrunde. Aufgrund des hierbei verwendeten Stichprobenrasters von mindestens 4 x 4 km (vgl. Tabelle 14) sind in Abhängigkeit der Dichte der erhobenen Daten unterschiedlich gesicherte Aussagen auch auf Wuchsgebietsebene möglich. In den anderen Jahren wurden bundesweite Unterstichproben durchgeführt. Eine Unterstichprobe läßt in der Regel keine Aussage auf Wuchsgebietsebene zu.

Die folgenden Angaben über den Waldzustand in Deutschland sind Mittelwerte, die auf der Basis der im Rahmen der Waldschadenserhebung 1994 gewonnenen Daten für verschiedene Bezugseinheiten (Wuchsgebiete, Länder, Ländergruppen und Bund) errechnet wurden. Sie stehen für den Waldzustand in diesen Bezugseinheiten, wobei die Schadstufenanteile – von wenigen Ausnahmen abgesehen – auf ganze Zahlen gerundet sind. Von Angaben für größere Bezugseinheiten auf das Schadniveau und seine Entwicklung in kleineren Einheiten zu schließen, ist methodisch unzulässig. Die für Deutschland errechneten Werte geben die notwendigen Hinweise für die Beurteilung der Gesamtsituation und für den internationalen Vergleich.

Aufgrund der Vereinigung der beiden deutschen Staaten (größere Waldfläche = veränderte Grundgesamtheit) sind die Bundesergebnisse ab 1991 mit den Ergebnissen für die Bundesrepublik Deutschland vor 1990 nicht vergleichbar; ein Vergleich der Zeitreihe vor 1990 ist daher nur innerhalb der Länder bzw. der Ländergruppen zulässig. 1990 konnte aufgrund der schweren Sturmschäden kein Bundesergebnis errechnet werden.

1.21 Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland

Nach den Ergebnissen der Waldschadenserhebung 1994 (vgl. Übersicht 1 sowie Graphik 1) liegt der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden bundesweit im Durchschnitt bei 25% (Schadstufen 2–4) und der Anteil der Bäume mit schwachen Schäden bei 39% (Schadstufe 1); ohne erkennbare Schadmerkmale sind 36% (Schadstufe 0).

Im Vergleich zum Vorjahr hat auf Bundesebene damit der Anteil der deutlich geschädigten Bäume um 1%-Punkt zugenommen und der Anteil der schwach geschädigten Bäume um 1%-Punkt abgenommen; der Anteil der Bäume ohne erkennbare Schadmerkmale blieb konstant.

Das Schadniveau blieb seit 1991 im Bundesdurchschnitt in etwa unverändert.

Übersicht 1

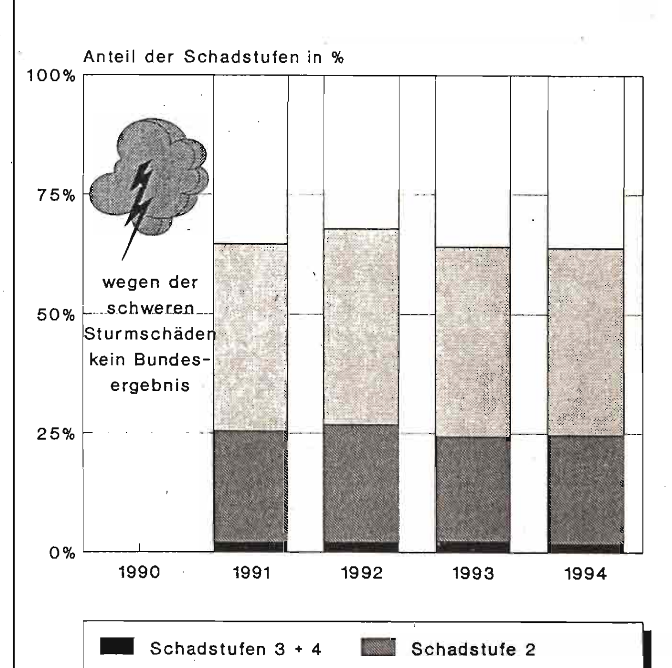
Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland

Bundesrepublik Deutschland	Anteil der Schadstufen [in %]					
	0 ohne Schadmerkmale	1 schwach geschädigt (Warnstufe)	2–4 deutlich geschädigt	2 mittelstark geschädigt	3 stark geschädigt	4 abgestorben
1991 *	36	39	25	23,0	2,0	0,2
1992	32	41	27	24,5	1,8	0,4
1993	36	40	24	22,0	2,0	0,4
1994	**36**	**39**	**25**	**22,7**	**1,6**	**0,4**

* 1991 = Beginn einer neuen Zeitreihe

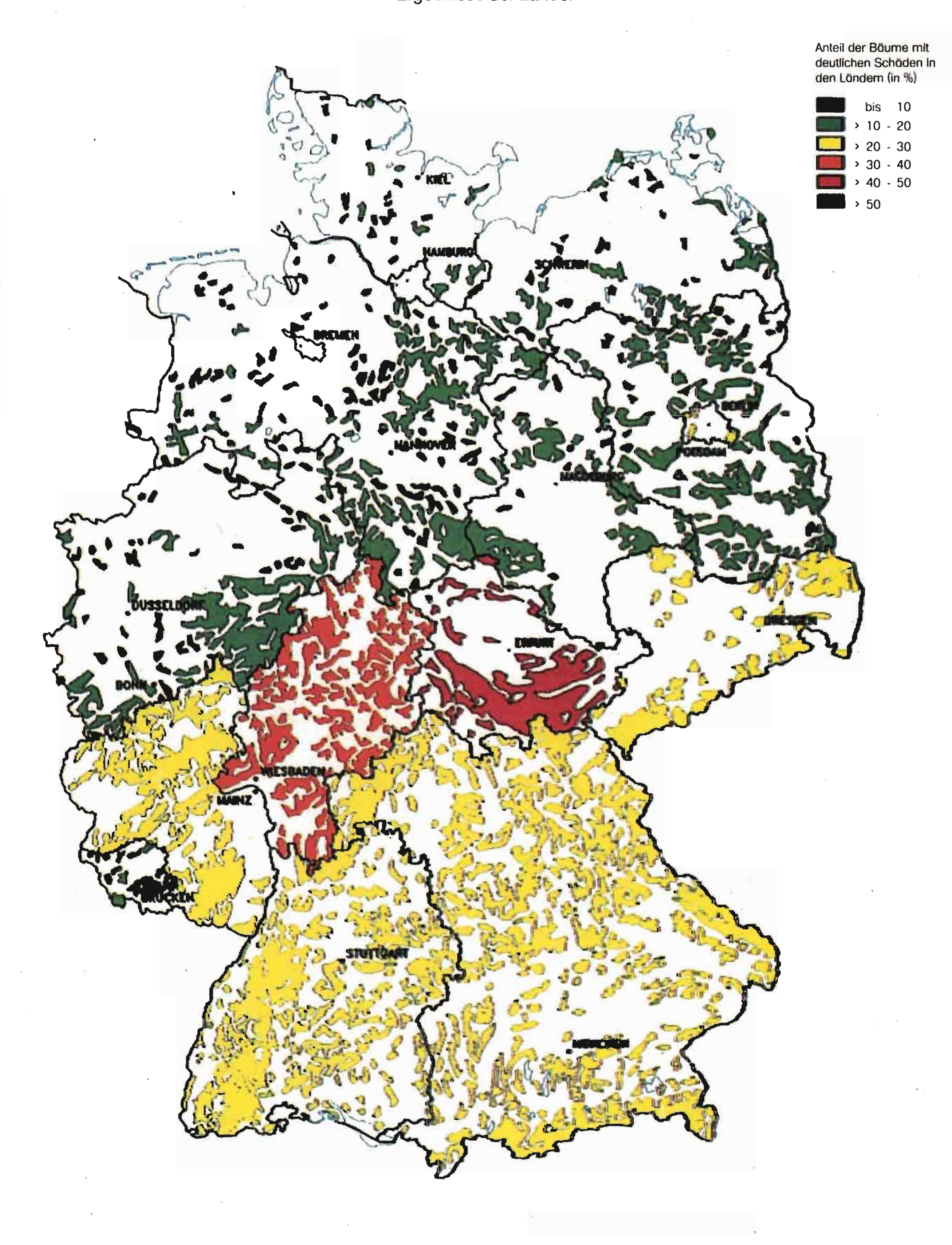
Graphik 1

Entwicklung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland von 1991 bis 1994



Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1994

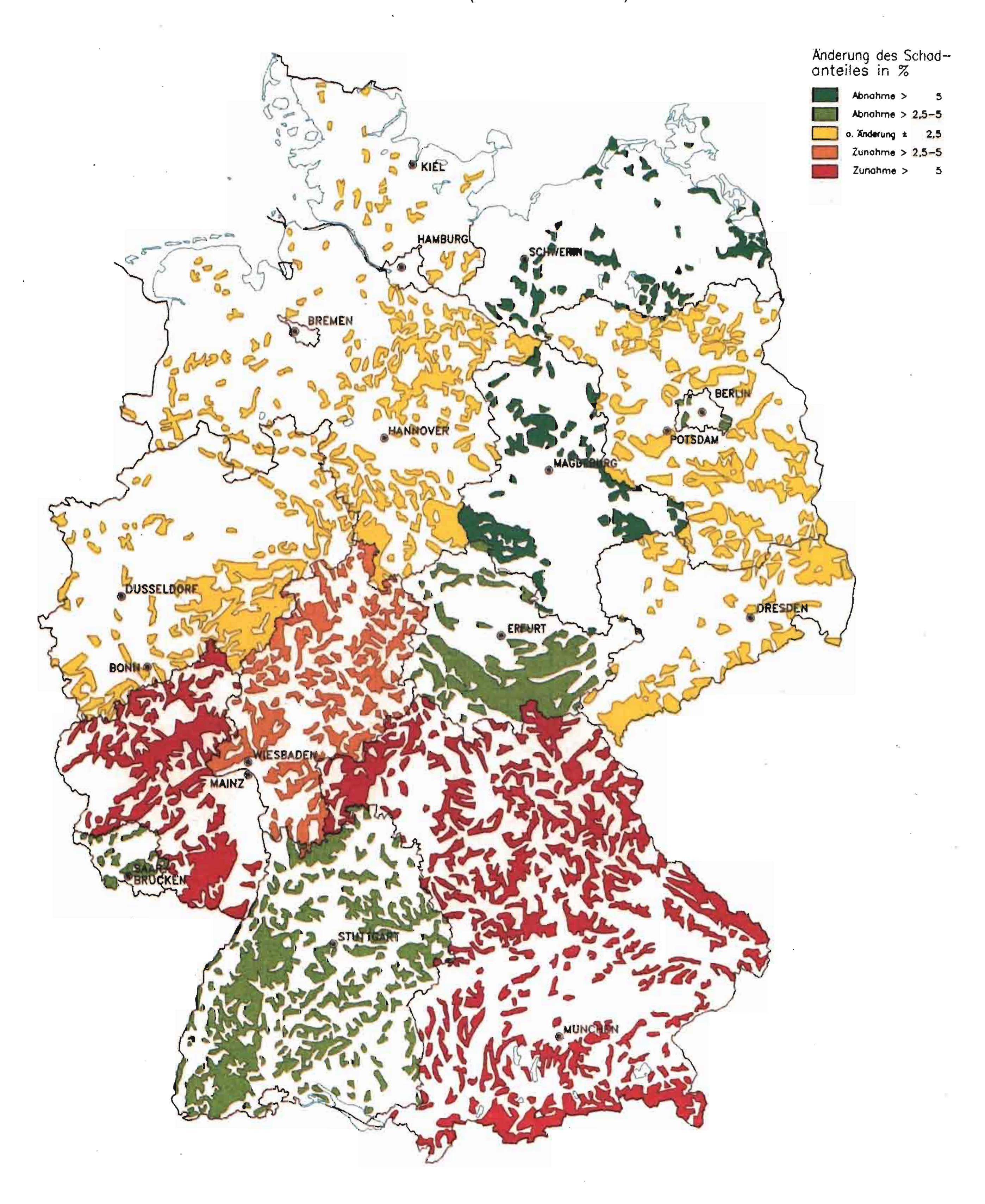
Alle Baumarten (Schadstufen 2 bis 4)
– Ergebnisse der Länder –



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1994

Veränderungen in den Ländern im Vergleich zu 1993
Alle Baumarten (Schadstufen 2 bis 4)



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

1.22 Waldschäden in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland

Die Waldschadenssituation in den einzelnen Ländern und Ländergruppen ist in Übersicht 2 dargestellt (vgl. auch Karten 1 und 2).

Das Niveau und die Entwicklung der Schäden in einzelnen Ländern können von dem Mittelwert der betreffenden Ländergruppe erheblich abweichen (vgl. Anhang, Tabellen 1a–c).

1994 stieg in den **alten Ländern** im Vergleich zum Vorjahr das Schadniveau um 2%-Punkte auf nunmehr 25% an (vgl. Graphik 2). Der Anteil der Bäume ohne sichtbare Schadmerkmale sank um 2%-Punkte auf 36%. Der Anteil der Bäume mit schwachen Schäden blieb konstant bei 39%. Die nunmehr über zehnjährige Zeitreihe zeigt für die deutlichen Schäden in den alten Ländern nach einer vorläufigen leichten Kulmination im Jahr 1985 (19%) und einem geringen Rückgang bis 1988 (15%) einen weiteren Anstieg der deutlichen Schäden bis zu dem diesjährigen Stand (25%), dem höchsten seit Beginn der Erhebungen im Jahr 1984.

Übersicht 2

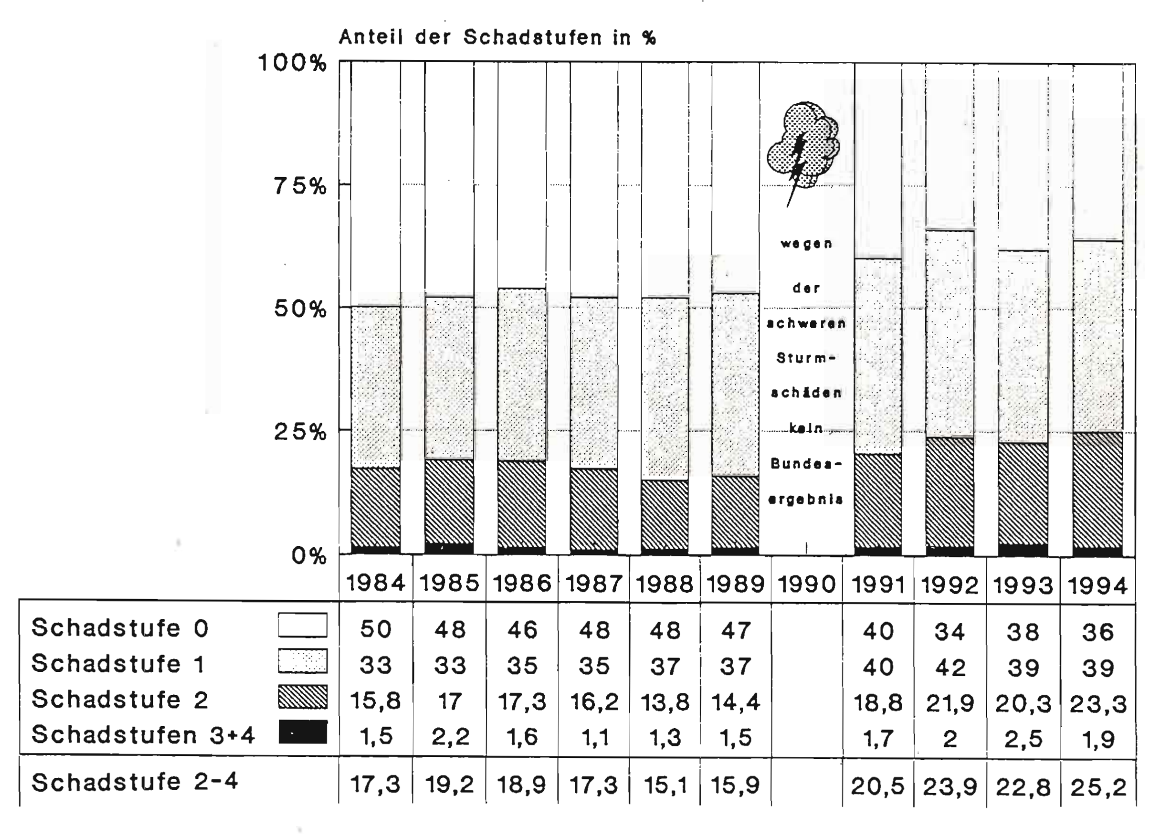
Waldschäden in den Ländern und Ländergruppen 1994

Länder	Anteil an der Waldfläche in D [in %]	Anteil der Schadstufen [in %]		
		0	1	2–4
Bremen	<0,1	55	30	15
Hamburg	<0,1	52	33	15
Niedersachsen	10	42	41	17
Nordrhein-Westfalen	8	49	36	15
Schleswig-Holstein	1	50	32	18
Nordwestdeutsche Länder[1]	**19**	**46**	**38**	**16**
Berlin	0,15	32	47	21
Brandenburg	9	42	40	18
Mecklenburg-Vorpommern	5	41	48	11
Sachsen	5	40	35	25
Sachsen-Anhalt	4	35	47	18
Thüringen	5	22	33	45
Ostdeutsche Länder[2]	**28**	**37**	**40**	**23**
Baden-Württemberg	13	35	39	26
Bayern	23	31	39	30
Hessen	8	25	37	38
Rheinland-Pfalz	8	39	40	21
Saarland	1	53	29	18
Süddeutsche Länder[3]	**53**	**32**	**39**	**29**
Bundesrepublik Deutschland[4]	**100**	**36**	**39**	**25**

[1]) Gesamtfläche der nordwestdeutschen Länder: 9,8 Mio. ha, Waldfläche 2,1 Mio. ha.
[2]) Gesamtfläche der ostdeutschen Länder: 10,9 Mio. ha, Waldfläche 3,0 Mio. ha.
[3]) Gesamtfläche der süddeutschen Länder: 15,0 Mio. ha, Waldfläche 5,6 Mio. ha.
[4]) Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland: 35,7 Mio. ha, Waldfläche 10,7 Mio. ha.

Graphik 2

Entwicklung der Waldschäden in den alten Ländern



	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Schadstufe 0	50	48	46	48	48	47		40	34	38	36
Schadstufe 1	33	33	35	35	37	37		40	42	39	39
Schadstufe 2	15,8	17	17,3	16,2	13,8	14,4		18,8	21,9	20,3	23,3
Schadstufen 3+4	1,5	2,2	1,6	1,1	1,3	1,5		1,7	2	2,5	1,9
Schadstufe 2-4	17,3	19,2	18,9	17,3	15,1	15,9		20,5	23,9	22,8	25,2

Ein Vergleich nach Ländergruppen ergibt folgende Entwicklungen (vgl. auch Graphik 3):

Übersicht 3

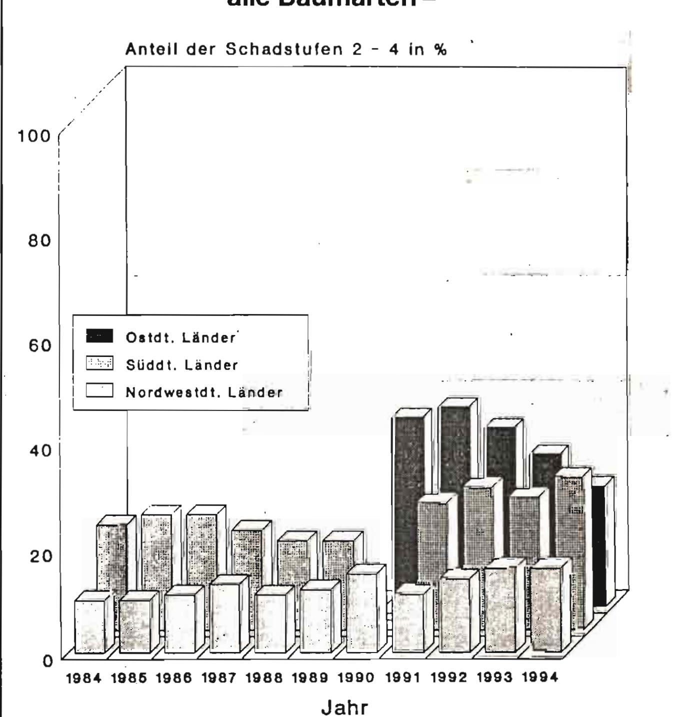
Entwicklung der Waldschäden nach Ländergruppen und Schadstufen

Jahr	Anteil der Schadstufen [in %]								
	Nordwestdeutsche[1]) Länder			Ostdeutsche[2]) Länder			Süddeutsche[3]) Länder		
	0	1	2–4	0	1	2–4	0	1	2–4
1984	62	28	**10**	.	.	.	45	35	**20**
1985	64	26	**10**	.	.	.	43	35	**22**
1986	61	28	**11**	.	.	.	41	37	**22**
1987	60	27	**13**	.	.	.	43	38	**19**
1988	51	38	**11**	.	.	.	44	39	**17**
1989	58	30	**12**	.	.	.	43	40	**17**
1990	52	33	**15**	34	30	**36**	.	.	.
1991	57	32	**11**	27	35	**38**	34	42	**24**
1992	50	36	**14**	25	41	**34**	29	44	**27**
1993	50	34	**16**	31	40	**29**	33	42	**25**
1994	**46**	**38**	**16**	**37**	**40**	**23**	**32**	**39**	**29**

. = keine Ergebnisse für diese Ländergruppe verfügbar
[1]) HB, HH, NI, NRW, SH;
[2]) BB, BE, MV, SN, ST, TH; Erhebung ab 1990;
[3]) BW. BY. HE. RP. SL:

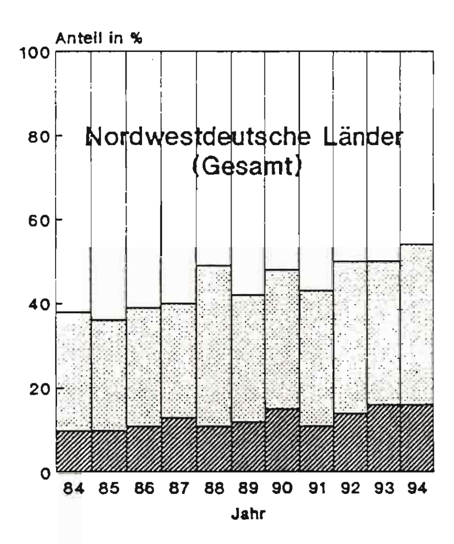
Graphik 3

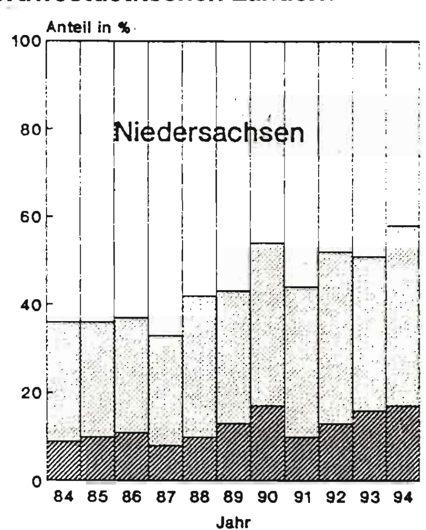
Entwicklung der Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland – alle Baumarten –

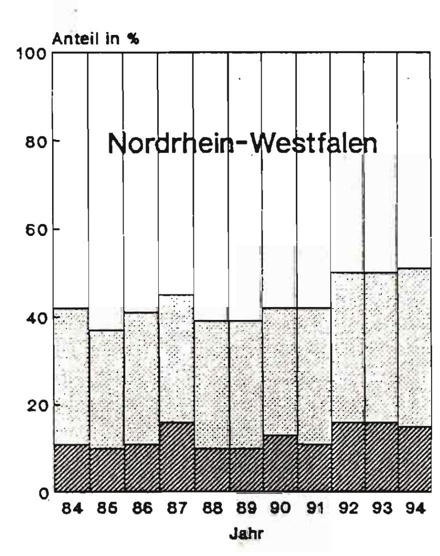


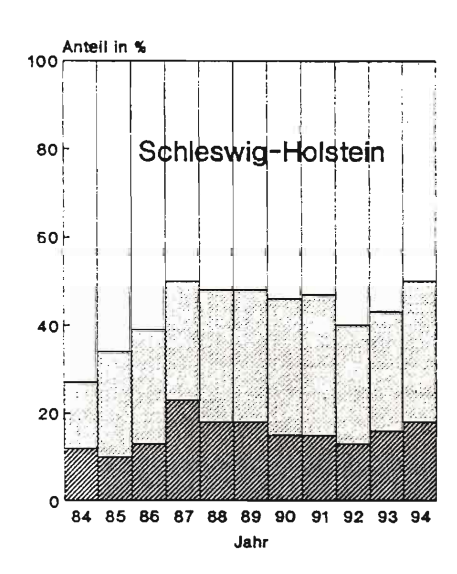
Graphik 4

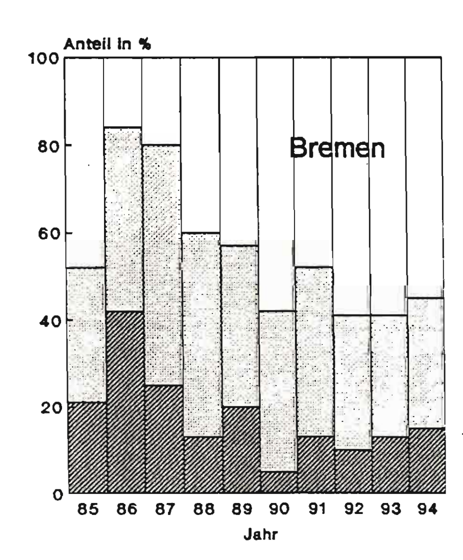
Entwicklung der Waldschäden in den nordwestdeutschen Ländern

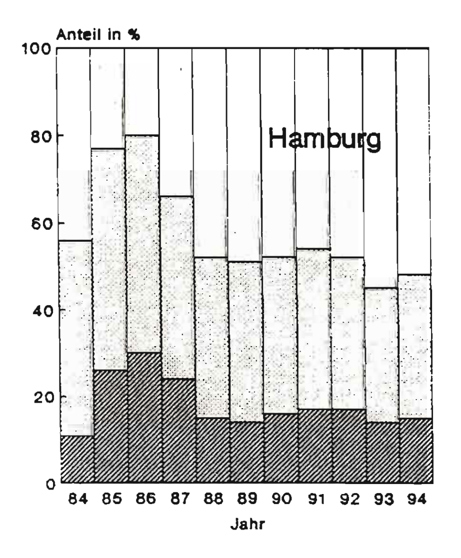


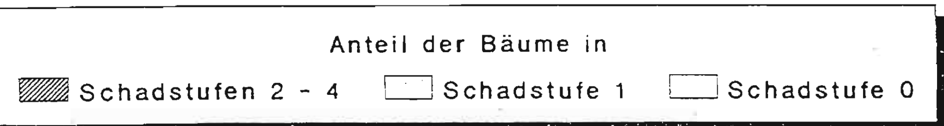












Nordwestdeutsche Länder[1])

In den nordwestdeutschen Ländern sind die Schäden – wie in den Vorjahren – am geringsten; von zehn Bäumen zeigen fünf keine Schäden (46%), drei schwache Schäden (38%) und zwei deutliche Schäden (16%) (vgl. Graphik 4 sowie Übersichten 2 und 3).

Seit Beginn der systematischen Waldschadenserhebung 1984 ergibt sich im Durchschnitt dieser Ländergruppe ein Anstieg der Kronenschäden:

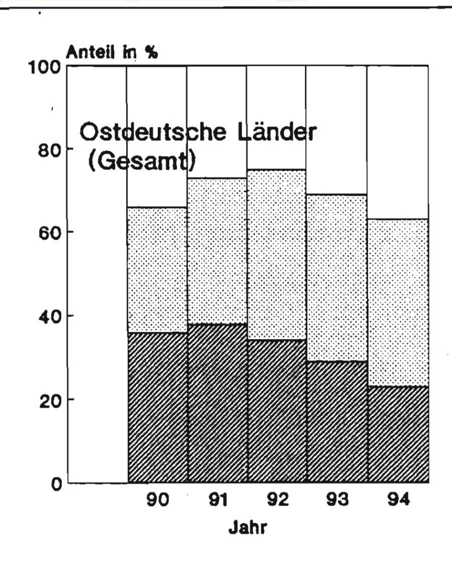
- Bei den deutlichen Schäden zeigt sich von 1984 (10%) bis 1991 (11%) ein etwa gleichbleibendes Niveau, lediglich in den Jahren 1987 (13%) und 1990 (15%) liegen die Schäden darüber. Seit 1991 (11%) stiegen die deutlichen Schäden an und erreichten 1993 mit 16% den bisher höchsten Wert, den sie 1994 unverändert beibehielten.
- Der Anteil der schwach geschädigten Bäume lag von 1984 bis 1987 bei etwa 27% und schwankte in den Jahren 1989 bis 1991 zwischen 30 und 33%. In den Jahren 1988 und 1994 war der Anteil schwach geschädigter Bäume mit 38% besonders hoch.
- Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale blieb von 1984 (62%) bis 1987 (60%) nahezu unverändert; in den Jahren 1988 (51%) bis 1991 (57%) gab es hier jedoch erhebliche Schwankungen. 1992 und 1993 sank der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale auf 50% und 1994 weiter auf nur 46%.

Im Vergleich zum Vorjahr blieben die deutlichen Schäden im Durchschnitt dieser Länder konstant. Während der Anteil deutlicher Schäden in Nordrhein-Westfalen um 1%-Punkt sank, stieg er in Niedersachsen und Hamburg um 1%-Punkt und in Schleswig-Holstein und Bremen um 2%-Punkte an (vgl. Tabelle 1 c im Anhang).

[1]) Zusammenfassung der Länder Schleswig-Holstein (SH), Niedersachsen (NI), Nordrhein-Westfalen (NRW), Bremen (HB) und Hamburg (HH); Gesamtfläche 9,8 Mio. ha, Waldfläche 2,1 Mio. ha.

Graphik 5

Entwicklung der Waldschäden in den ostdeutschen Ländern



Anteil in %
Mecklenburg-Vorpommern
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil in %
Brandenburg
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil in %
Berlin
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil in %
Sachsen
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil in %
Sachsen-Anhalt
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil in %
Thüringen
100 80 60 40 20 0
91 92 93 94
Jahr

Anteil der Bäume in
Schadstufen 2 - 4
Schadstufe 1
Schadstufe 0

Ostdeutsche Länder[2])

Der Anteil der deutlichen Schäden sank 1994 in der Gruppe der ostdeutschen Länder auf 23%. Der Anteil der schwach geschädigten Bäume beträgt 40%. Ohne Schadmerkmale sind 37% der Bäume (vgl. Übersichten 2 und 3).

Die Zeitreihe für die Gruppe der ostdeutschen Länder beginnt 1990, wobei für das Anfangsjahr 1990 der Umfang der erhobenen Daten (16 x 16 km Netz der EU) nur Aussagen für diese Ländergruppe insgesamt gestattet (vgl. Graphik 5). Von einem mit 36% schon sehr hohem Niveau stiegen die deutlichen Schäden bis 1991 auf 38% an. Seitdem gingen sie auf nunmehr 23% erheblich zurück.

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Kronenzustand in den neuen Ländern wie folgt verändert:

- Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume sank um 6%-Punkte auf 23%.
- Der Anteil der schwach geschädigten Bäume blieb unverändert bei 40%.
- Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale stieg um 6%-Punkte auf 37%.

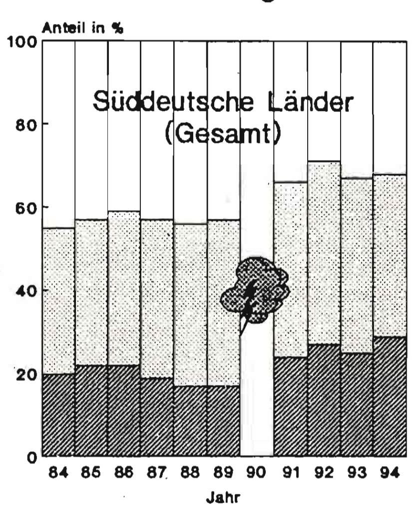
Der Anteil deutlicher Schäden hat sich in diesen Ländern sehr unterschiedlich entwickelt. Die Verbesserung im Gruppendurchschnitt wird vor allem durch eine Abnahme der Schäden in Mecklenburg-Vorpommern um 19%-Punkte auf 11% und in Sachsen-Anhalt um 15%-Punkte auf 18% bedingt. Auch in Thüringen und Berlin sank der Anteil deutlicher Schäden um 5%-Punkte bzw. 4%-Punkte, während er in Sachsen und Brandenburg um 1%-Punkt anstieg. Thüringen ist mit 45% auch in diesem Jahr das Land mit dem größten Anteil deutlicher Schäden.

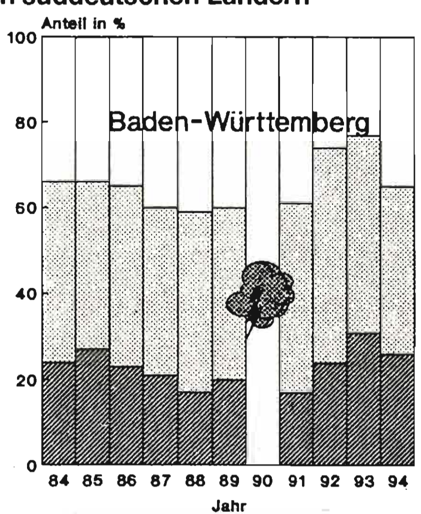
---

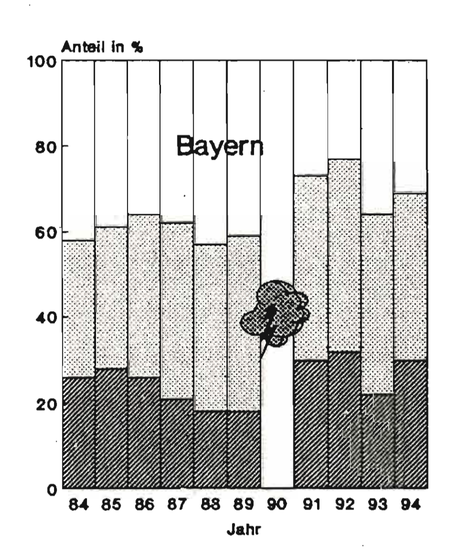
[2]) Zusammenfassung der Länder Brandenburg (BB), Berlin (BE), Mecklenburg-Vorpommern (MV), Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST) und Thüringen (TH); Gesamtfläche 10,9 Mio. ha, Waldfläche 3,0 Mio. ha.

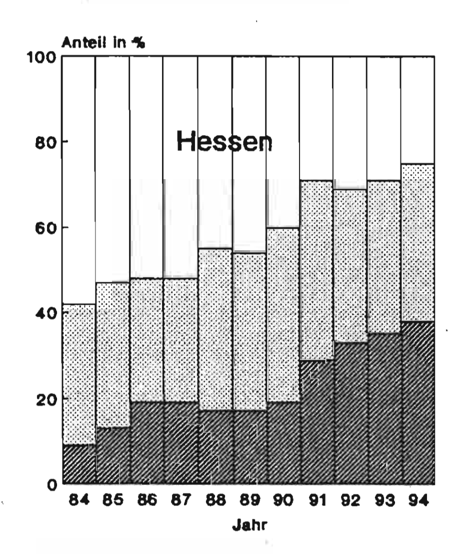
Graphik 6

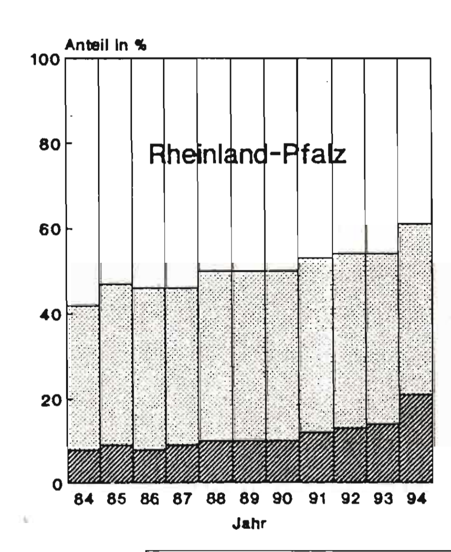
Entwicklung der Waldschäden in den süddeutschen Ländern

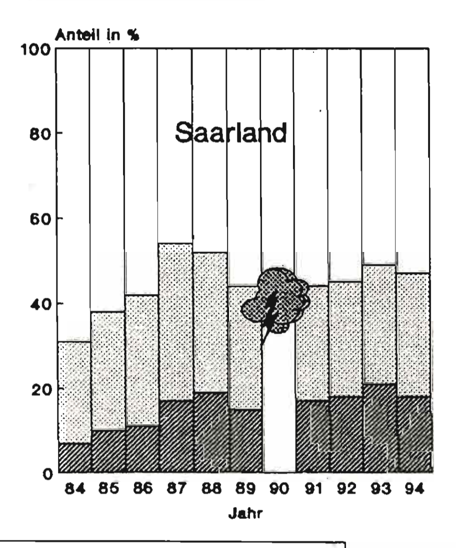


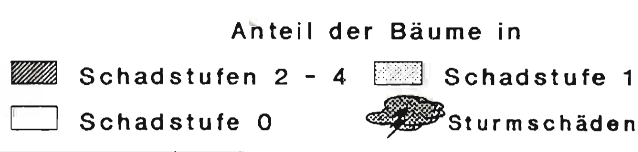












Süddeutsche Länder[3])

Der Anteil deutlicher Schäden ist 1994 in den süddeutschen Ländern am höchsten; er liegt bei 29%. Der Anteil der Bäume mit schwachen Schäden beträgt 39%; ohne Schadmerkmale sind 32% (vgl. Übersichten 2 und 3).

Die Zeitreihe dieser Ländergruppe, die 1990 eine sturmbedingte Unterbrechung erfuhr, zeigt folgende Entwicklung (vgl. Graphik 6 und Anhang, Tabelle 1):

- Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume lag von 1984 (20%) bis 1986 (22 %) auf hohem Niveau, ging aber bis 1989 (17%) zurück; 1991 (24%) stieg er erstmals seit 1985 wieder an und erreichte 1994 mit 29% den höchsten Stand seit Beginn der Zeitreihe (1984).
- Der Anteil der schwach geschädigten Bäume stieg von 1984 (35%) bis 1992 (44%) kontinuierlich an und sank bis 1994 auf 39%.
- Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale blieb von 1984 (45%) bis 1989 (43%) nahezu gleich. Nach einem Rückgang bis 1992 auf 29% stieg er 1993 wieder an (33%). 1994 wurde dieses Niveau mit 32% fast beibehalten.

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die Situation im Durchschnitt dieser Länder damit verschlechtert:

- Der Anteil der deutlich geschädigten Bäume stieg um 4%-Punkte auf 29%.
- Der Anteil der schwach geschädigten Bäume fiel um 3%-Punkte auf 39%.
- Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale ging um 1%-Punkt auf 32% zurück.

In Bayern nahmen die deutlichen Schäden um 8%-Punkte zu und erreichten damit wieder das Niveau des Jahres 1991. In Rheinland-Pfalz nahmen die deutlichen Schäden um 7%-Punkte und in Hessen um 3%-Punkte zu, während sie in Baden-Württemberg um 5%-Punkte und im Saarland um 3%-Punkte abnahmen.

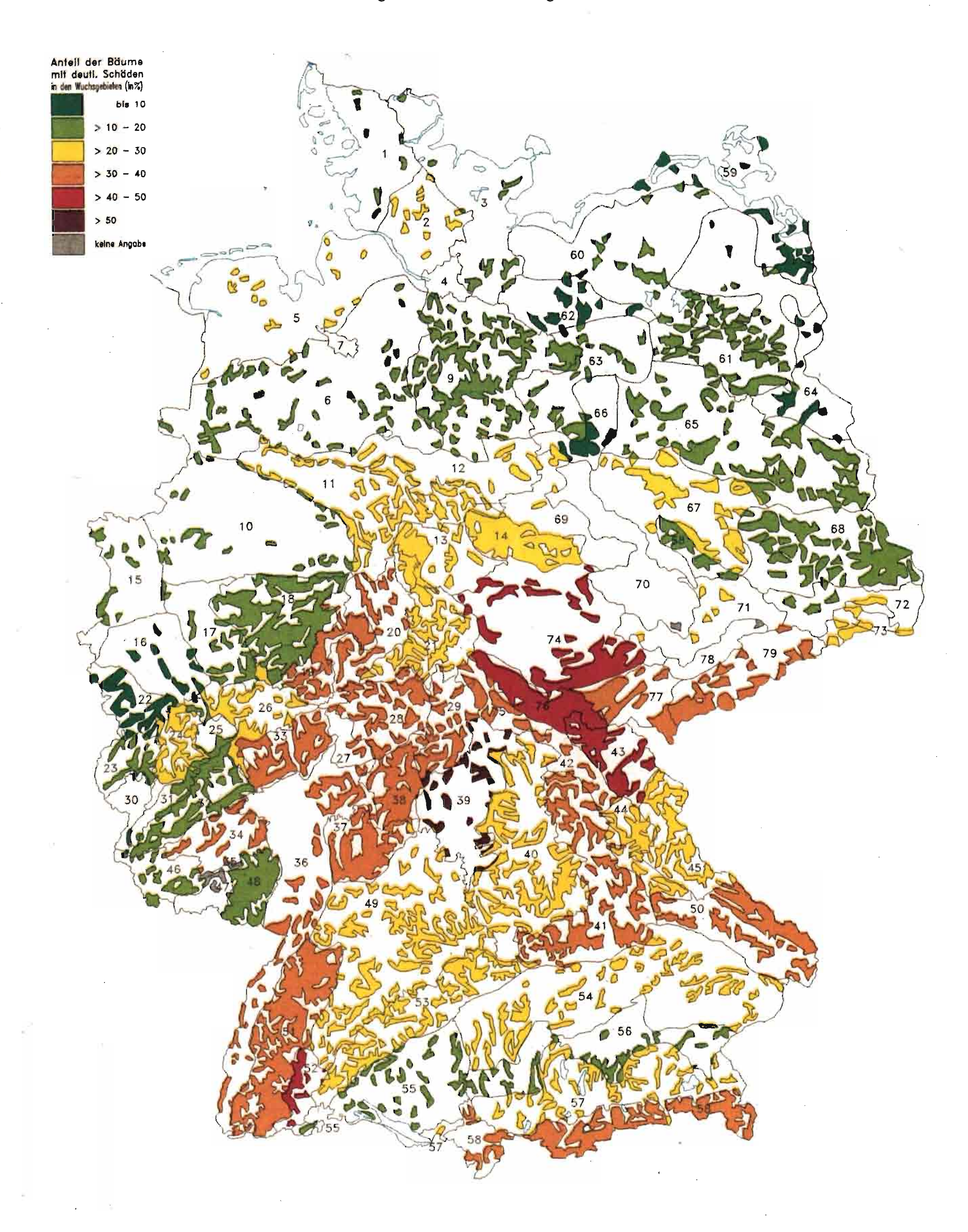
---

[3]) Zusammenfassung der Länder Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY), Hessen (HE), Rheinland-Pfalz (RP) und Saarland (SL); Gesamtfläche 15,0 Mio. ha, Waldfläche 5,6 Mio. ha.

Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1994

Alle Baumarten (Schadstufen 2 bis 4)

– Ergebnisse nach Wuchsgebieten –

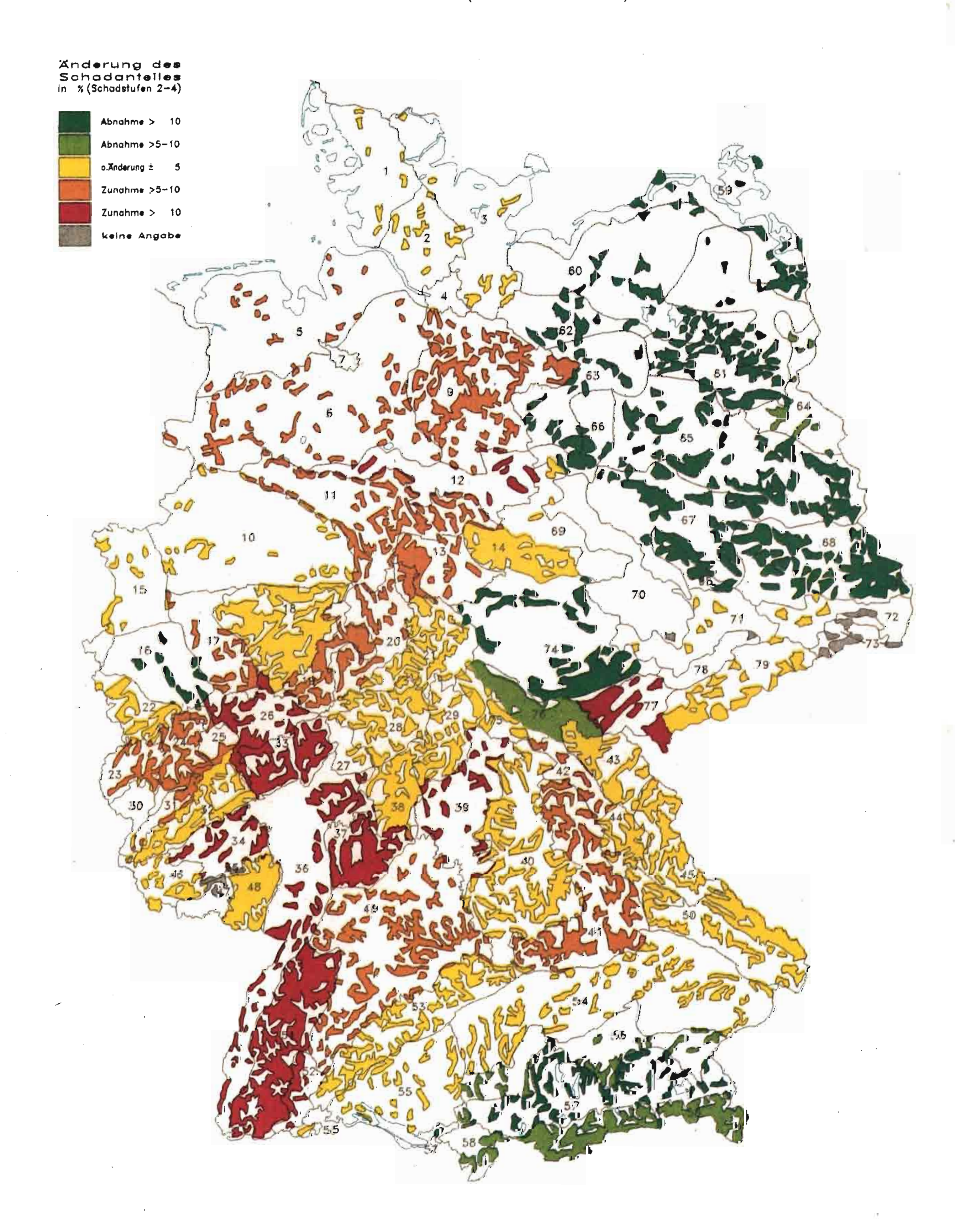


Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1994

Veränderungen in den Wuchsgebieten im Vergleich zu 1991

Alle Baumarten (Schadstufen 2 bis 4)



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

1.23 Waldschäden in den Wuchsgebieten

Forstliche Wuchsgebiete sind großräumige Landschaften, deren geologische, klimatische und pflanzensoziologische Verhältnisse ähnliche Merkmale aufweisen. Die Auswertung der Waldschadenserhebung nach Wuchsgebieten zeigt die starke räumliche Differenzierung der Waldschäden (vgl. Karten 3 und 4 sowie Anhang, Tabellen 10 bis 13). Sie hängen jedoch nicht nur von den natürlichen Gegebenheiten und den Luftbelastungen eines Wuchsgebietes, sondern auch von der vorhandenen Baumartenzusammensetzung und der Altersstruktur ab. Aus den Karten wird ebenfalls deutlich, daß im süddeutschen Raum die Waldschäden zugenommen haben, während in den ostdeutschen Ländern ein Rückgang der Schadintensität zu verzeichnen ist.

Wuchsgebiete, in denen der Anteil der deutlich geschädigten Bäume 30% übersteigt, werden als Hauptschadgebiete bezeichnet. Dies ist in 23 von insgesamt 79 Wuchsgebieten der Fall. Dazu zählen 5 der 21 ostdeutschen Wuchsgebiete und 18 der 40 süddeutschen Wuchsgebiete; die 18 Wuchsgebiete der nordwestdeutschen Länder sind keine Hauptschadgebiete.

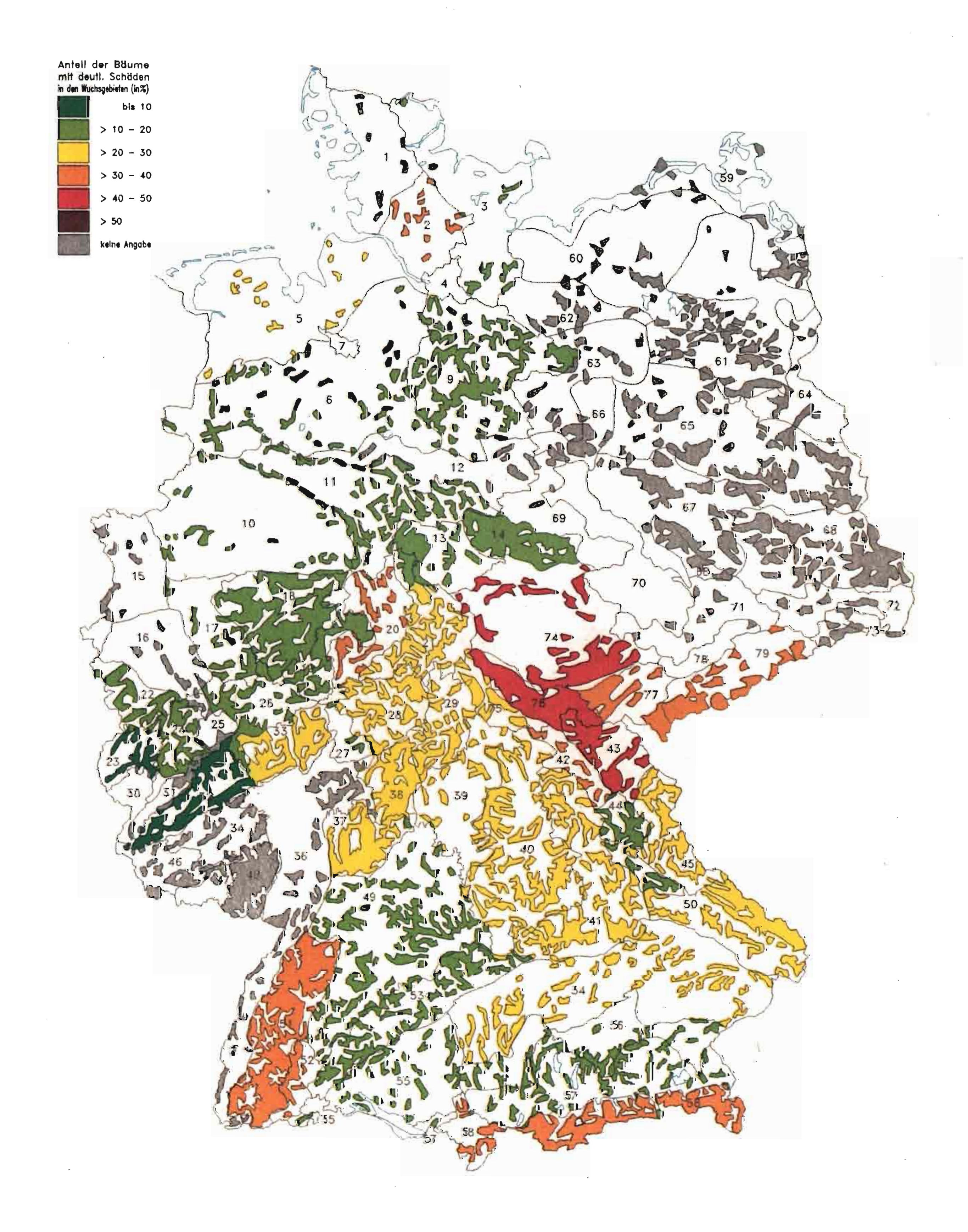
Besonders hoch sind die deutlichen Schäden im Wuchsgebiet Fränkische Platte (52%), in den thüringer Wuchsgebieten (47–39%), im Frankenwald und Fichtelgebirge, im Wuchsgebiet Baar-Wutach (je 41%) sowie im Nördlichen Hessischen Schiefergebirge, im Nordwesthessischen Bergland, im Vogelsberg und der Rhön (je 38%). Die Lage im Erzgebirge ist mit 33% deutlich geschädigten Bäumen weiterhin ernst. Die Hoch- und Kammlagen des Erzgebirges zählen nach wie vor zu den am meisten geschädigten Gebieten in Deutschland.

Besonders niedrig liegen die deutlichen Schäden in den Wuchsgebieten Niederrheinische Bucht, Nordeifel, Gutland, Südwestmecklenburger Altmoränenland, Stendaler Altmoränenland und Nordostbrandenburger Jungmoränenland.

Waldschäden bei der Fichte 1994

(Schadstufen 2 bis 4)

– Ergebnisse nach Wuchsgebieten –



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

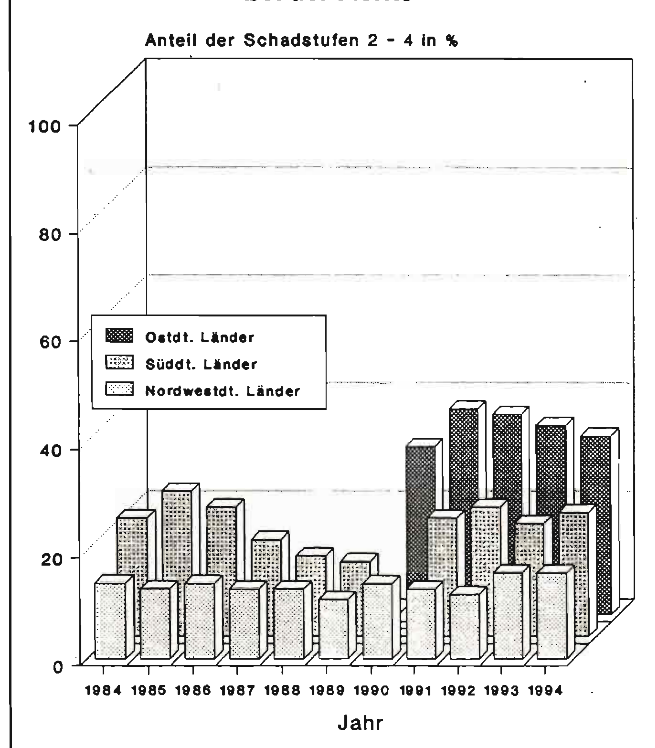
1.24 Waldschäden bei den Hauptbaumarten

Die **Fichte** ist mit einer Fläche von ca. 3,5 Mio. ha die häufigste Baumart in Deutschland. Bundesweit weist etwa jede vierte Fichte deutliche Schäden auf (24 %); der Anteil schwacher Schäden liegt bei 34 %; ohne Schadmerkmale sind 42 %. Innerhalb der Ländergruppen ergeben sich im Vergleich mit den Vorjahren folgende Entwicklungen (vgl. Graphik 7 sowie Anhang, Tabellen 2a, 3 und 4a):

- In den nordwestdeutschen Ländern liegt der Anteil deutlich geschädigter Fichten seit 1984 auf vergleichsweise niedrigem Niveau (etwa bei 13 %); er erhöhte sich 1993 auf 16 % und blieb 1994 konstant.
- In den ostdeutschen Ländern stiegen die deutlichen Schäden von 1990 (31 %) auf 1991 (38 %) zunächst um 7 %-Punkte an und gehen seitdem zurück, im Vergleich zum Vorjahr um weitere 2 %-Punkte. Dennoch bleibt die Fichte dort mit 33 % am schwersten geschädigt. Besonders auffällig ist der Rückgang der deutlichen Schäden in Mecklenburg-Vorpommern (31 %-Punkte) und in Sachsen-Anhalt (8 %-Punkte).
- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder erreichten die deutlichen Schäden 1985 mit 27 % ein Maximum. Sie gingen dann bis 1989 kontinuierlich auf 14 % zurück. Nach den schweren Sturmschäden des Jahres 1990 erhöhten sie sich auf 22 % (1991) bzw. 24 % (1992). 1993 lagen sie bei 21 % und stiegen 1994 wieder um 2 %-Punkte auf 23 % an.

Graphik 7

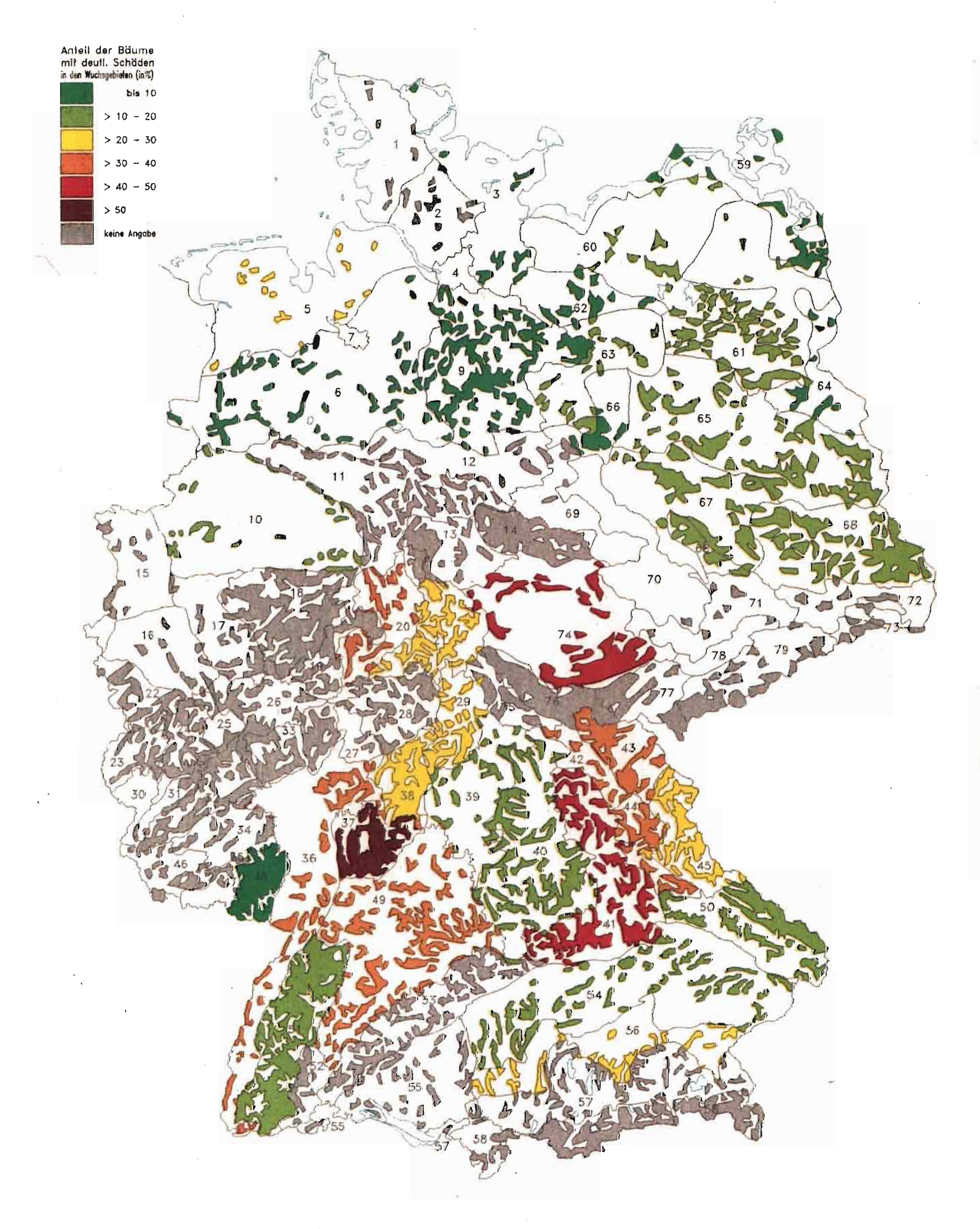
Entwicklung der Waldschäden bei der Fichte



Waldschäden bei der Kiefer 1994

(Schadstufen 2 bis 4)

– Ergebnisse nach Wuchsgebieten –



Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

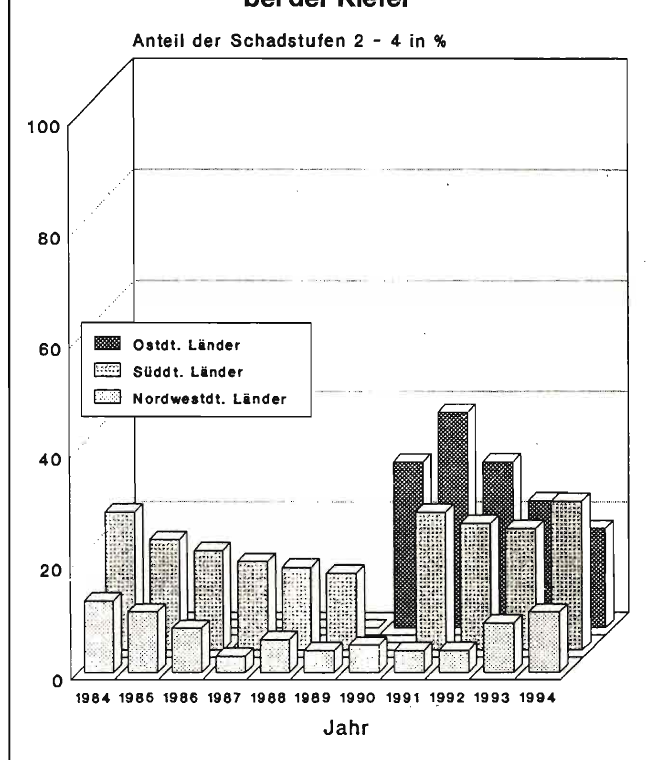
Die **Kiefer** ist mit einer Fläche von ca. 3,0 Mio. ha die zweithäufigste Baumart in Deutschland. Bundesweit weisen 20 % der Kiefern deutliche Schäden auf; der Anteil der schwachen Schäden liegt bei 46 %, ohne Schadmerkmale sind 34 %. Innerhalb der Ländergruppen ergeben sich im Vergleich mit den Vorjahren folgende Entwicklungen (vgl. Graphik 8 sowie Anhang, Tabellen 2a, 3 und 4a):

- Im Durchschnitt der nordwestdeutschen Länder hatten sich die deutlichen Schäden seit 1987 auf vergleichsweise niedrigem Niveau (ca. 4 %) stabilisiert; 1993 war eine Zunahme um 5 %-Punkte zu verzeichnen und 1994 stiegen sie um weitere 2 %-Punkte auf nunmehr 11 % an.

- Im Durchschnitt der ostdeutschen Länder gingen die deutlichen Schäden mit 5 %-Punkten (von 23 % 1993 auf 18 % 1994) erheblich zurück. Bei dem Vergleich der Ländergebnisse fallen große Unterschiede in der Entwicklung gegenüber dem Vorjahr auf: Während Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt Verbesserungen um 16 %-Punkte bzw. 20 %-Punkte melden, bleiben die deutlichen Schäden in Brandenburg, Sachsen und Berlin nahezu gleich.

- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder nahmen die deutlichen Schäden von 1984 (25 %) bis 1989 (14 %) ab. Nach dem Sturmschadensjahr 1990 lagen sie 1991 bei 25 % und gingen bis 1993 auf 22 % zurück. 1994 ist demgegenüber ein Anstieg um 5 %-Punkte auf 27 % zu verzeichnen. In den einzelnen Ländern war die Entwicklung unterschiedlich. So stiegen die deutlichen Schäden in Bayern um 15 %-Punkte an, in Hessen und Rheinland-Pfalz blieben sie gegenüber dem Vorjahr gleich und gingen im Saarland um 4 %-Punkte zurück.

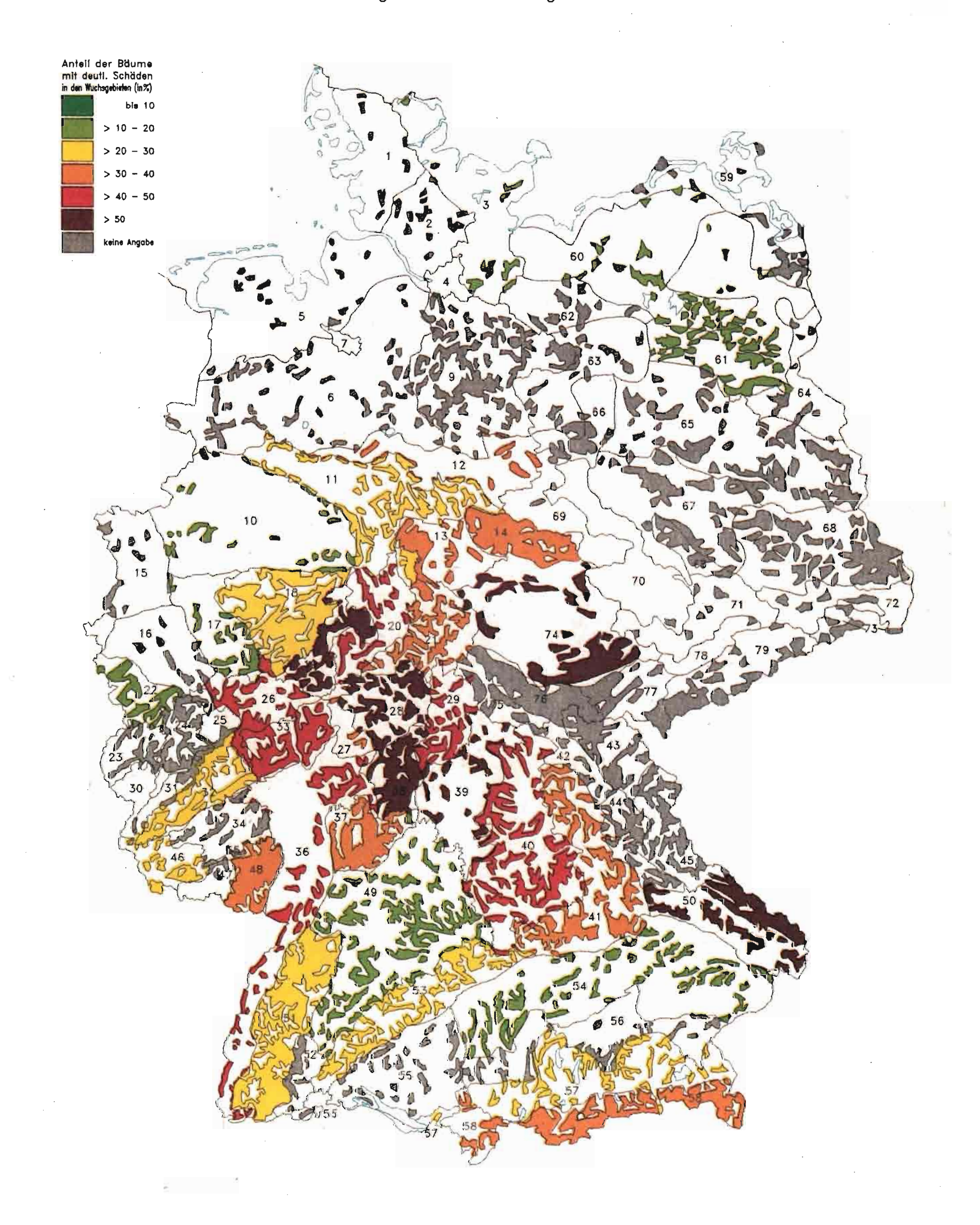
Graphik 8



Waldschäden bei der Buche 1994

(Schadstufen 2 bis 4)

– Ergebnisse nach Wuchsgebieten –



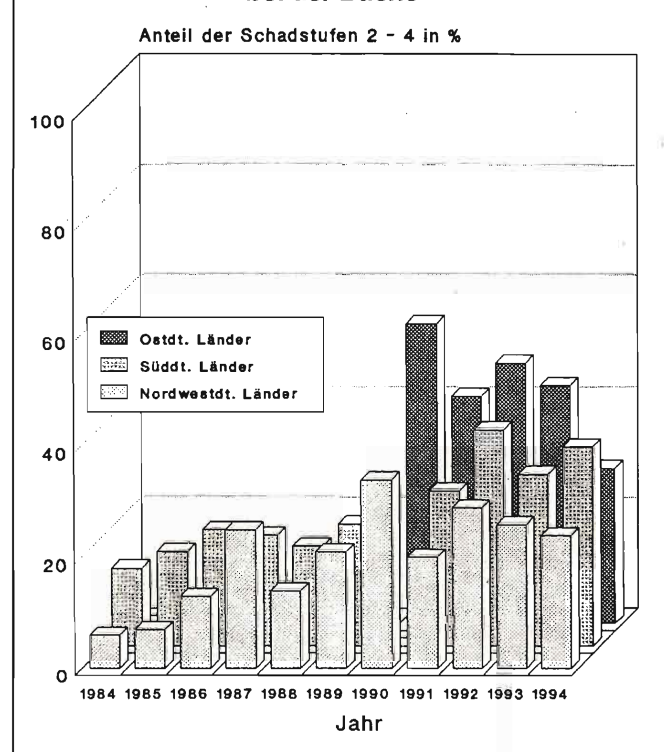
Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

Die **Buche** ist mit einer Fläche von ca. 1,5 Mio. ha die häufigste Laubbaumart in Deutschland. Bundesweit weisen 32% der Buchen deutliche und 43% schwache Schäden auf; ohne Schadmerkmale sind in diesem Jahr 25%. Im Vergleich zu den Vorjahren ergibt sich folgende Entwicklung (vgl. Graphik 9 und Anhang, Tabellen 2b, 3 und 4b):

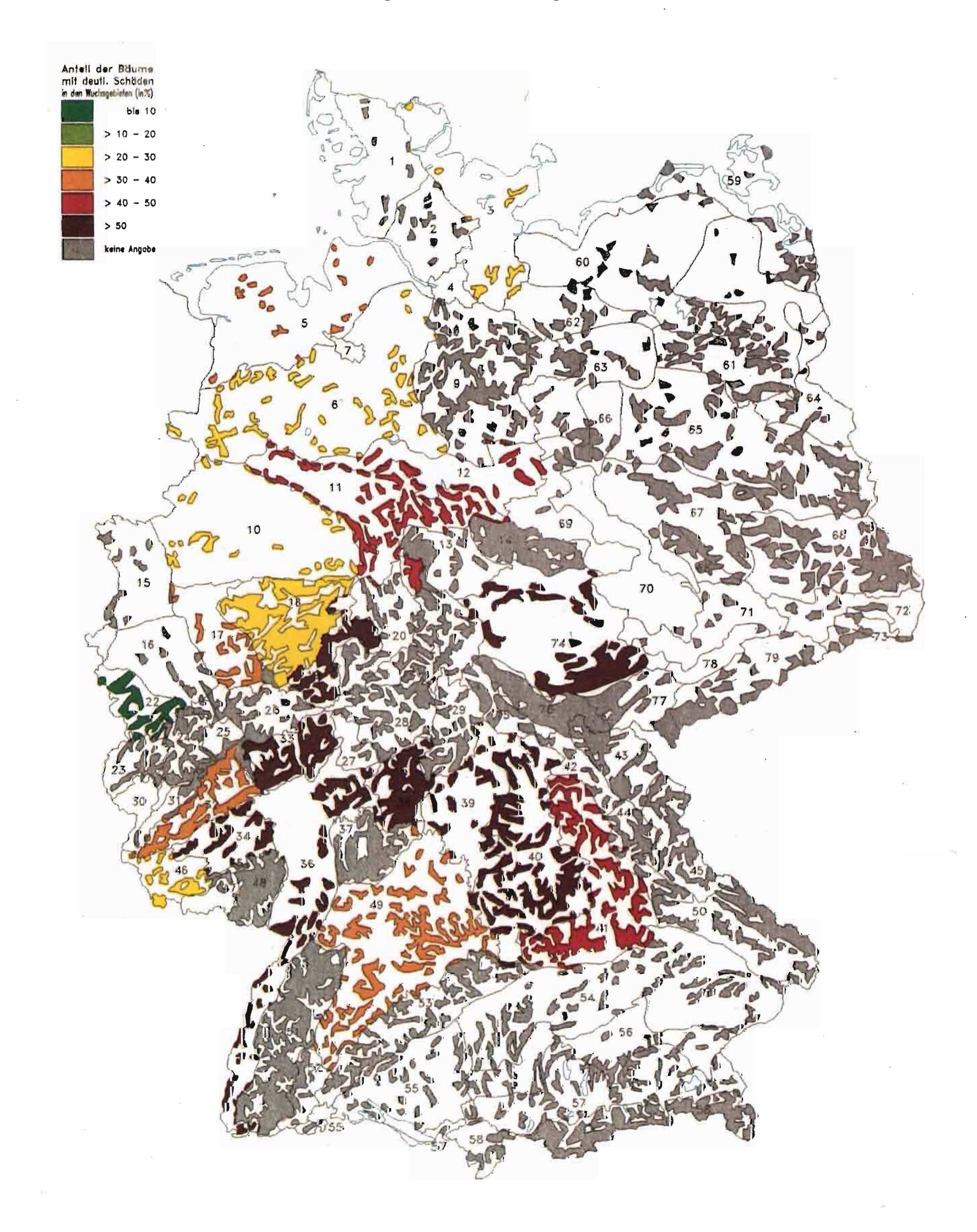
- Im Durchschnitt der nordwestdeutschen Länder ging der Anteil deutlich geschädigter Buchen gegenüber 1993 um 2%-Punkte auf 24% zurück. Insgesamt zeigt sich seit Beginn der Zeitreihe 1984 bis 1990 – mit z.T. erheblichen jährlichen Schwankungen – ein allgemeiner Trend zur Zunahme und seit 1990 ein leichter Trend zum Rückgang der deutlichen Schäden.
- In den ostdeutschen Ländern ist der Anteil der deutlichen Schäden beträchtlich zurückgegangen (im Durchschnitt um 15%-Punkte). Die größte Verbesserung meldet Mecklenburg-Vorpommern mit 25%-Punkten, die geringste Brandenburg mit 3%-Punkten. In Thüringen ist die Buche trotz der Verbesserung um 15%-Punkte auf 47 % bei den deutlichen Schäden im Vergleich mit den anderen Ländern nach wie vor am stärksten geschädigt.
- In der Gruppe der süddeutschen Länder hat der Anteil der deutlich geschädigten Buchen seit 1993 im Durchschnitt um 5%-Punkte auf 36% zugenommen. Am höchsten sind die deutlichen Schäden mit 46 % in Hessen. Den stärksten Anstieg weisen die Länder Rheinland-Pfalz mit 13%-Punkten und Bayern mit 10%-Punkten auf; im Saarland wurde dagegen ein Rückgang der deutlichen Schäden um 6%-Punkte festgestellt.

Graphik 9

Entwicklung der Waldschäden bei der Buche



Waldschäden bei der Eiche 1994
(Schadstufen 2 bis 4)
– Ergebnisse nach Wuchsgebieten –



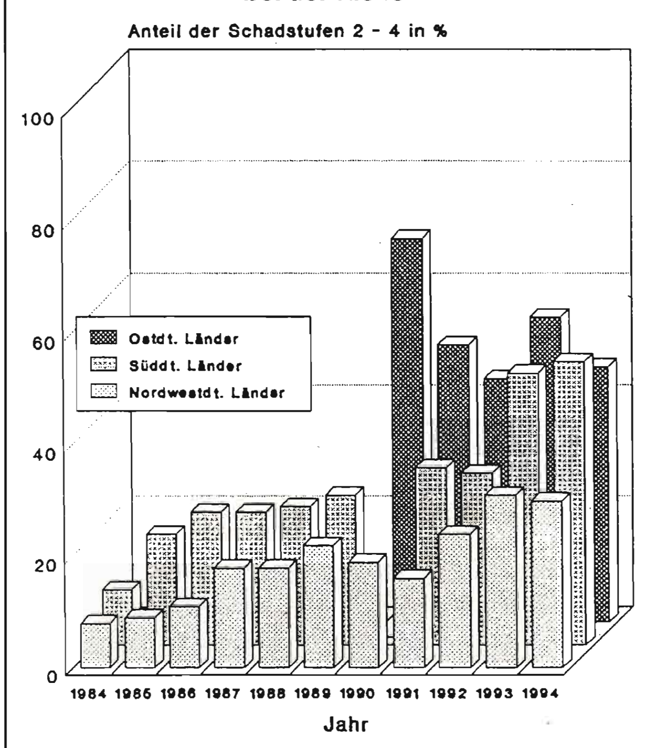
Quelle: BML, Waldschadenserhebung 1994; UMPLIS/Umweltbundesamt 1994

Die **Eiche** folgt mit einer Fläche von ca. 0,9 Mio. ha nach ihrer Häufigkeit an vierter Stelle der Baumarten in Deutschland. Bundesweit weist fast jede zweite Eiche deutliche Schäden auf (45 %). Dies ist – wie bereits 1993 – der höchste Stand seit Beginn der Zeitreihe (vgl. Graphik 10 sowie Anhang, Tabellen 2b, 3 und 4b). Der Anteil der schwachen Schäden liegt bei 38 %; ohne Schadmerkmale sind 17 %. Dieses Ergebnis ist auch durch das massive Auftreten von blattfressenden Schadinsekten beeinflußt (vgl. auch Übersicht 6 in Abschnitt 1.32).

- In den nordwestdeutschen Ländern gingen die deutlichen Schäden 1994 im Vergleich zum Vorjahr um 1 %-Punkt auf 30 % zurück. Die Länderergebnisse weisen Zunahmen der deutlichen Schäden aus; nur in Nordrhein-Westfalen gingen sie um 5 %-Punkte zurück. Insgesamt zeigt sich bei der Eiche in dieser Ländergruppe seit Beginn der Zeitreihe 1984 der Trend einer Zunahme der Schäden.
- In den ostdeutschen Ländern ging der Anteil der deutlichen Schäden im Durchschnitt um 9 %-Punkte auf 46 % zurück. Die stärksten Minderungen sind in Mecklenburg-Vorpommern mit 19 %-Punkten und in Sachsen-Anhalt mit 12 %-Punkten zu verzeichnen. In Brandenburg und in Thüringen blieb der Anteil deutlicher Schäden gegenüber 1993 fast gleich. In Thüringen ist das Schadniveau bei der Eiche mit 76 % deutlichen Schäden bundesweit am größten.
- Im Durchschnitt der süddeutschen Länder liegt der Anteil deutlicher Schäden bei 51 %. Hier ergibt sich eine Zunahme um 2 %-Punkte. Obwohl in Bayern bereits 1993 mit 59 % deutlichen Schäden das höchste Schadensniveau in dieser Ländergruppe ermittelt wurde, kamen 1994 noch einmal 12 %-Punkte dazu: 71 % der Eichen zeigen in Bayern deutliche Schäden. Auch in Rheinland-Pfalz (Zunahme um 12 %-Punkte auf 38 %) und in Hessen (Zunahme um 7 %-Punkte auf 60 %) verstärkte sich der Anteil deutlicher Schäden erheblich.

Graphik 10

Entwicklung der Waldschäden bei der Eiche



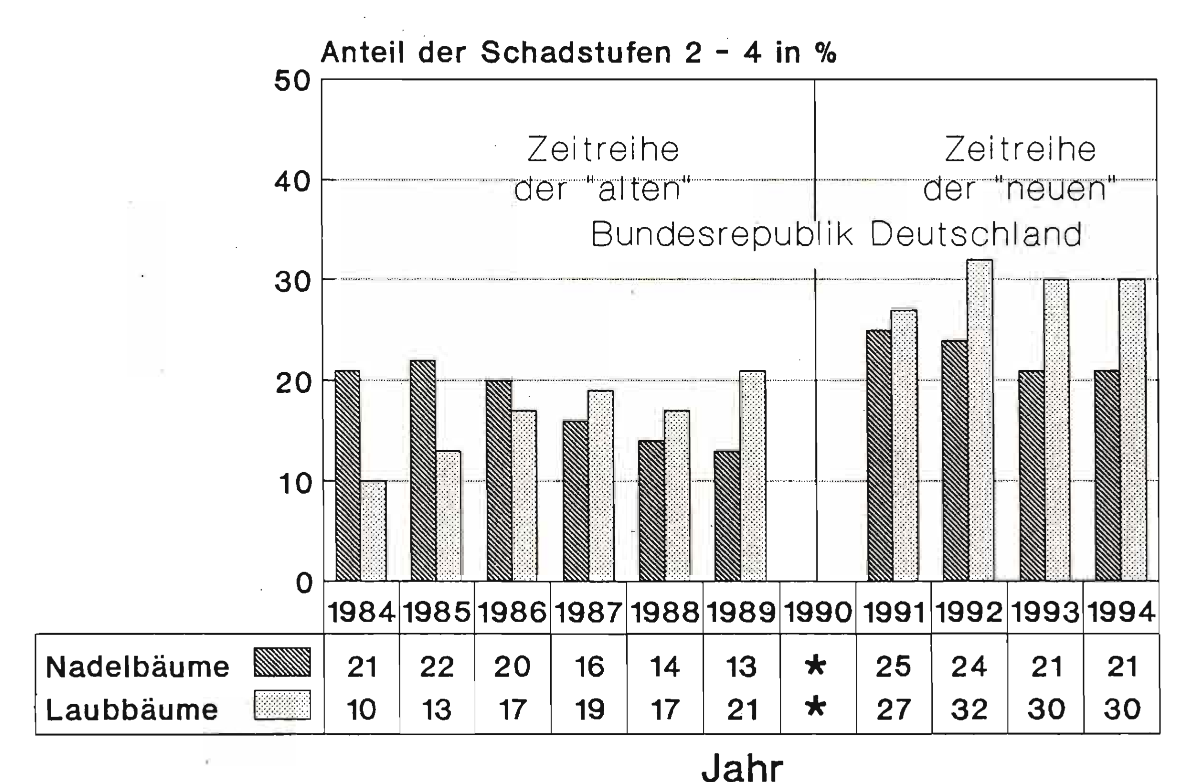
Die **Tanne** ist in ihrem Vorkommen im wesentlichen auf den süddeutschen Raum (vor allem Baden-Württemberg und Bayern) begrenzt und nimmt in bezug auf die gesamte Waldfläche Deutschlands lediglich einen Flächenanteil von unter 2 % ein. Die im Anhang, Tabelle 8, angegebenen Anteile der Schadstufen der Zeitreihe 1984–1994 beruhen auf nur wenigen Stichprobenbäumen.

Auch 1994 bleibt die Tanne die am schwersten geschädigte Baumart: 50 % der Tannen wiesen deutliche Schäden auf. Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die deutlichen Schäden um 1 %-Punkt und die schwachen Schäden um 5 %-Punkte auf 29 % ab; ohne Schadmerkmale waren in diesem Jahr 21 %, das sind 6 %-Punkte mehr als 1993.

Aus der **Zusammenfassung aller Nadel- bzw. Laubbaumarten** (vgl. Graphik 11) ergibt sich, daß bei den Gruppen – ungeachtet regional unterschiedlicher Entwicklungen – bundesweit 1994 gegenüber dem Vorjahr keine Veränderung des Anteils der deutlichen Schäden eingetreten ist. Damit bleibt das Schadniveau der Laubbäume mit 30 % deutlicher Schäden weiterhin wesentlich höher als bei den Nadelbäumen (21 %).

Graphik 11

Entwicklung der Waldschäden bei Nadel- und Laubbäumen



	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Nadelbäume	21	22	20	16	14	13	*	25	24	21	21
Laubbäume	10	13	17	19	17	21	*	27	32	30	30

* = Ende der alten/Beginn der neuen Zeitreihe

1.25 Waldschäden und Altersgruppen

Eine Betrachtung der Altersgruppen (bis 60jährig und über 60jährig) ergibt folgendes Bild (vgl. Graphik 12, Übersicht 4 sowie Anhang, Tabellen 6a bis e):

- 1994 gehörten 43 % aller Stichprobenbäume der Gruppe der bis 60jährigen bzw. 57 % der über 60jährigen an. Sowohl bei den Nadel- als auch bei den Laubbäumen überwiegt der Anteil der älteren Bäume (55% bzw. 61 %).
- Bei allen Baumarten liegt der Anteil deutlicher Schäden bei den älteren Bäumen erheblich über dem der jüngeren (bei der Fichte sogar fünfmal und bei der Buche viermal so hoch). Die Entwicklung der deutlichen Schäden bei älteren und jüngeren Bäumen verläuft jedoch weitgehend parallel.

Übersicht 4

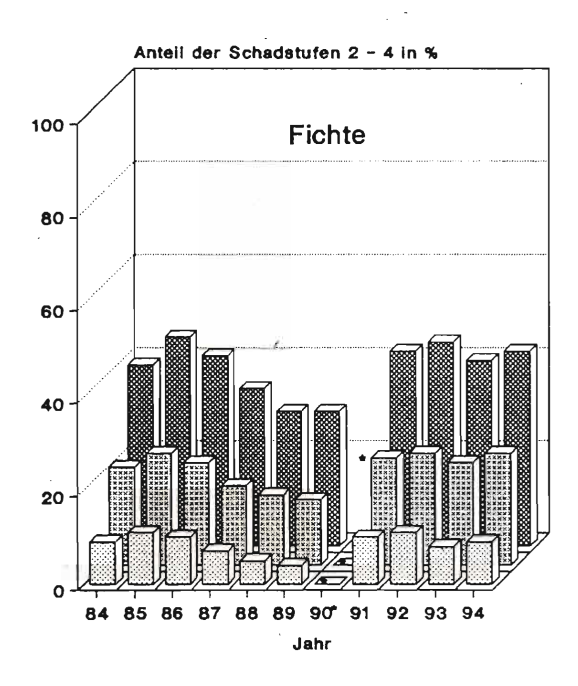
Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1994

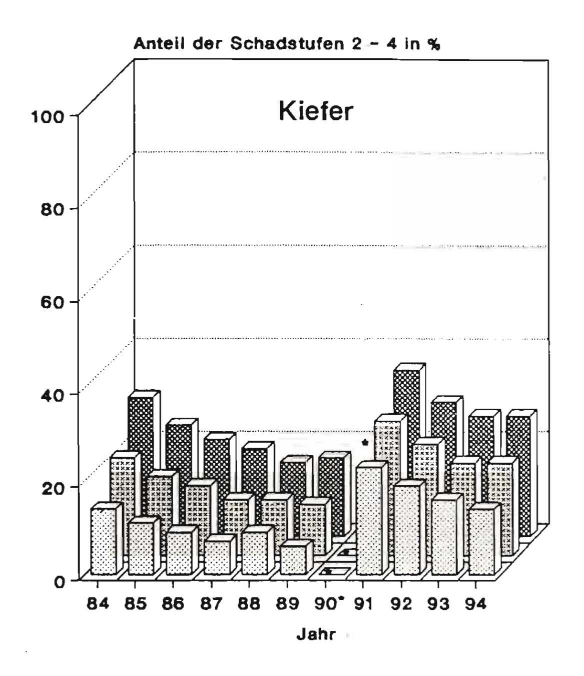
Baumart	Anteil an der Waldfläche [Mio. ha]	Anteil der Schadstufen [in %]								
		bis 60jährig			über 60jährig			Gesamt		
		0	1	2–4	0	1	2–4	0	1	2–4
Fichte	3,5	65	26	9	13	45	42	42	34	24
Kiefer	3,0	46	40	14	22	52	26	34	46	20
sonstige Nadelbäume[1]	0,5	63	28	9	13	37	50	47	31	22
Nadelbäume gesamt	**7,0**	**58**	**32**	**10**	**17**	**48**	**35**	**40**	**39**	**21**
Buche	1,5	53	37	10	13	46	41	25	43	32
Eiche	0,9	38	37	25	8	39	53	17	38	45
sonstige Laubbäume[2]	1,3	54	33	13	30	46	24	47	37	16
Laubbäume gesamt	**3,7**	**51**	**35**	**14**	**14**	**44**	**42**	**30**	**40**	**30**
alle Baumarten	**10,7**	**55**	**33**	**12**	**16**	**46**	**38**	**36**	**39**	**25**

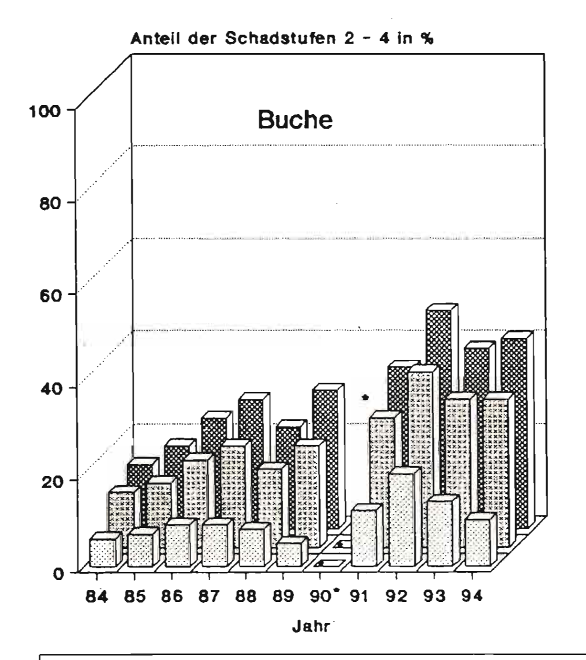
[1]) z. B. Lärche, Douglasie, Tanne
[2]) z. B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

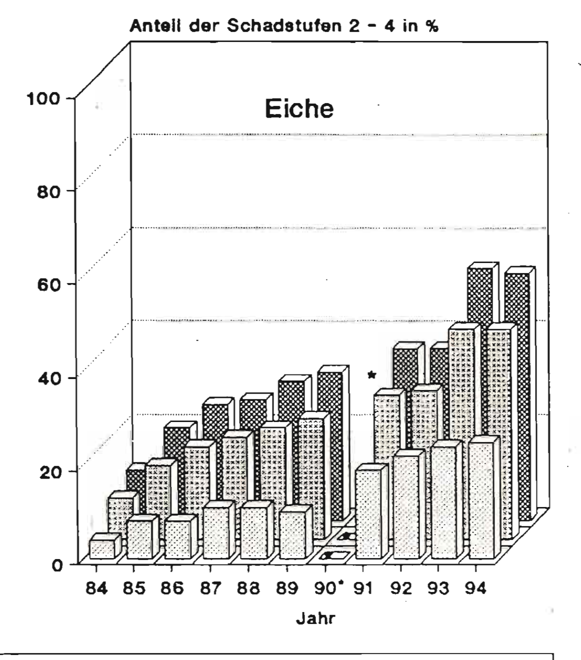
Graphik 12

Entwicklung der Waldschäden bei den Altersgruppen (bis/über 60)









Anteil der Bäume in den Schadstufen 2 - 4

bis 60jährige — Gesamt (Mittel) — über 60jährige

* = Ende der alten/Beginn einer neuen Zeitreihe

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1994

1.26 Vergilbung

Die Waldschadenserhebung erfaßt – neben dem Nadel-/Blattverlust – die Vergilbung als zweites Merkmal für die Eingruppierung in die Schadstufen. Sie ist ein äußeres Anzeichen für die Wirkung von Ernährungsstörungen, Schadstoffen, Witterungsextremen sowie von bestimmten Schaderregern (vor allem Pilze) und kann sich von Jahr zu Jahr verändern. Vergilbungen, die mehr als ein Viertel (25 %) der Nadel-/Blattmasse erfassen, führen zur Eingruppierung des betreffenden Stichprobenbaumes in eine höhere Schadstufe als sich allein aus dem Nadel-/Blattverlust ergäbe (vgl. Anhang 7.1).

Die Waldschadenserhebung 1994 zeigt (vgl. Anhang, Tabelle 7), daß

- bundesweit insgesamt rund 5 % der Bäume Vergilbungen aufweisen,
- gegenüber 1993 die Vergilbungen abnahmen bei Tanne (um 11 %-Punkte auf 15 %), bei Buche (um 7 %-Punkte auf 5 %) und bei Fichte (um 2 %-Punkte auf 5 %), während sie bei der Kiefer anstiegen (um 3 %-Punkte auf 5 %) und bei der Eiche unverändert blieben (6 %),
- lediglich etwa 1 % der Bäume aufgrund starker Vergilbungen einer höheren Schadstufe zugeteilt wurden. Insgesamt wird die Zuordnung zu den Schadstufen damit nur unbedeutend beeinflußt; der Anteil der Schadstufen 2–4 erhöht sich hierdurch im Bundesdurchschnitt lediglich um 0,2 %-Punkte.

1.27 Schädlingsbefall

Bei der terrestrischen Waldschadenserhebung werden eindeutig feststellbar durch biotische Schaderreger (vor allem Insekten und Pilze) hervorgerufene Kronenschäden mit aufgenommen, um diese Ursachen für Nadel-/Blattverluste gesondert festzuhalten. Das Stichprobenverfahren der Waldschadenserhebung kann aber nur großräumige Aussagen machen; für eine eingehendere Betrachtung sind Kenntnisse des örtlichen Forstpersonals sowie Beobachtungen aus den Forstschutzmeldenetzen und Dauerbeobachtungsflächen erforderlich (vgl. Abschnitt 1.32).

Wichtige Erkenntnisse zum Schädlingsbefall aus der Waldschadenserhebung 1994 sind:

- Im Durchschnitt aller Baumarten weisen 14 % der Bäume erkennbaren, d. h. leichten, mittleren oder starken Befall durch Insekten und Pilze auf. Nach einem Maximum im Jahr 1993 ging der Befall um 2 %-Punkte zurück.
- Der Anteil der Bäume mit mittlerem und starkem Befall (mehr als ein Viertel der Nadel-/Blattmasse von Schaderregern befallen) liegt wie im Vorjahr bei etwa 3 %. Bei den Baumarten ergaben sich jedoch unterschiedliche Entwicklungen des Insekten- und Pilzbefalls (vgl. Anhang, Tabelle 9):
  = Nahezu unverändert gering ist er bei Fichte und bei Kiefer mit ca. 1 %.
  = Bei der Buche und bei der Eiche gingen die Schäden leicht um 2 %-Punkte bzw. 3 %-Punkte zurück. Die Eiche weist mit 14 % immer noch den stärksten Befall mit Schädlingen im Vergleich mit den anderen Baumarten auf.
- Die Befallsentwicklung ist je nach Baumart und Land sehr unterschiedlich. Auffallend ist eine deutliche Abnahme des Befalls in Mecklenburg-Vorpommern.

Insgesamt wurden die festgestellten Nadel-/Blattverluste nur unwesentlich von Insekten- und Pilzbefall mitverursacht. Bei der Eiche allerdings hat der Insektenbefall auch in diesem Jahre erheblich zu den starken Blattverlusten beigetragen (siehe auch Abschnitt 1.32).

1.28 Ersatz von Stichprobenbäumen

Das Stichprobenkollektiv, auf dem die Aussagen des Bundesberichtes beruhen, kann sich von Jahr zu Jahr durch das Ausscheiden von Probenpunkten und Probenbäumen geringfügig verändern.

- Im Rahmen der diesjährigen Waldschadenserhebung (bundesweite Vollerhebung) wurden an 8 034 Stichprobenpunkten rund 220 000 Bäume erfaßt.
- Seit der letzten Erhebung sind 103 Stichprobenpunkte vollständig ausgefallen (ca. 1,3 % aller Stichprobenpunkte; 1993 waren es 0,3 %). Der Anteil der Punkte, die seit der letzten Erhebung ausgefallen sind, ist größer als im vergangenen Jahr, da für viele Stichprobenpunkte die letzte Erhebung mehrere Jahre zurückliegt. Damit wird durch die diesjährigen Angaben je nach Stichprobenpunkt ein mehrjähriger Zeitraum erfaßt, was die erhöhte Anzahl der inzwischen ausgefallenen Punkte erklärt.

  Die Hälfte dieser Punkte schied aufgrund abiotischer Schäden (z. B. Sturm, Feuer oder Trocknis) und zehn Punkte aufgrund von Insektenbefall aus. 15 Punkte wurden im Rahmen der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft genutzt. Wegen des langen Zeitabstandes seit der letzten Vollerhebung konnte bei 28 Punkten die Ursache für das Ausscheiden nicht festgestellt werden. Die ausgefallenen Punkte werden wieder in der Waldschadenserhebung erfaßt, sobald der Aufwuchs der jungen Bäume mehr als kniehoch ist (gesicherte Verjüngung).
- 1994 sind seit der letzten Erhebung insgesamt (einschließlich der Bäume an komplett ausgefallenen Punkten) 6,0 % bzw. 8 329 der über 60jährigen Stichprobenbäume ausgeschieden.
  = 2 965 Bäume schieden wegen abiotischer Einflüsse (vor allem Sturmwurf, Schneebruch, Feuer) aus; diese Bäume wurden zum größten Teil im Rahmen von Durchforstungen entnommen.
  = 775 Bäume waren so schwer von Insekten und/oder Pilzen befallen, daß sie entnommen wurden (736) oder abstarben (39).
  = 770 Bäume schieden aus der Erhebung aus, weil sie im Konkurrenzkampf ihren Nachbarn unterlegen waren und jetzt nicht mehr am Kronendach beteiligt sind.

= 289 Bäume waren durch den Wind so stark angeschoben worden oder ihre Krone war abgebrochen worden, so daß die Bäume nicht mehr bonitiert werden konnten.

= 1 596 Bäume waren im Zuge einer langfristig geplanten Nutzung entnommen worden.

= Bei 1 934 Bäumen konnten die Ursachen für eine Entnahme (1 739) bzw. für ein Absterben (195) nicht mehr ermittelt werden.

– Ausgeschiedene Einzelbäume (5 757) wurden durch die nächststehenden Nachbarbäume ersetzt. Ein Vergleich der ausgefallenen Bäume mit ihren Ersatzbäumen zeigt, daß durch den Ersatz kein „Gesundschlagen" des Stichprobenkollektivs stattfindet, auch allein schon deswegen, weil der Anteil der ausgeschiedenen bzw. ersetzten Stichprobenbäume so gering ist (vgl. Übersicht 5).

Übersicht 5

Waldschadenserhebung 1994 –
Schadstufenverteilung der ausgefallenen Einzelbäume und ihrer Ersatzbäume

über 60jährige Bäume	Schadstufen			
	0	1	2	3+4
Schadstufenverteilung der				
– Ausfälle (5 757 Bäume)	20 %	36 %	35 %	9 %
– Ersatzbäume	15 %	43 %	39 %	3 %
Veränderung in Relation zum Kollektiv der über 60jährigen Bäume (124 936 Bäume) ..	– 0,27 %	+ 0,34 %	+ 0,22 %	– 0,30 %

Bestandesverlichtungen, die an örtlich begrenzten Schadensschwerpunkten z. B. durch Immissionen oder Insekten entstanden sind, können mit dem Stichprobenverfahren der terrestrischen Waldschadenserhebung nicht erfaßt werden. Die Länder führen hierzu spezielle Erhebungen durch (vgl. Kapitel 3 und Anhang 7.1, Ziffer 6).

1.3 Einflüsse auf den Kronenzustand 1994

Neben den Dauerbelastungen durch **Luftschadstoffe** (vgl. Abschnitt 5.14) wird der Kronenzustand auch von anderen, sich unter Umständen kurzfristig ändernden Faktoren beeinflußt, vor allem

- durch die Witterung (Abschnitt 1.31) und
- durch das Auftreten von Schadinsekten (Abschnitt 1.32).

Blühen und Fruktifikation hatten in diesem Jahr insgesamt keinen erkennbaren Einfluß auf den Kronenzustand der Waldbäume. Bei der Buche – die in den letzten Jahren mehrfach stark fruktifiziert hatte – kann das Ausbleiben einer starken Fruchtbildung in den Jahren 1993/1994 örtlich zu einer Milderung des Schadgeschehens beigetragen haben.

1.31 Witterung

Für die Ausprägung der neuartigen Waldschäden spielen auch das Witterungsgeschehen der Monate vor und während einer Waldschadenserhebung sowie die Witterung der Jahre vor der jeweiligen Waldschadenserhebung eine bedeutende Rolle. Vor allem Temperaturverlauf, Niederschlagsverhältnisse und Windbewegungen beeinflussen den Kronenzustand der Waldbäume. Ausschließliche Ursache für die neuartigen Waldschäden – wie verschiedentlich behauptet – sind sie jedoch nicht.

Die Witterung steht in engen Wechselbeziehungen mit anderen, auf die Wälder einwirkenden Streßfaktoren: Einerseits kann ein ungünstiger Witterungsverlauf (z. B. Trockenheit) die Empfindlichkeit der Bäume für andere Schadeinwirkungen, wie z. B. Luftschadstoffe und Insekten, erhöhen. Andererseits kann die Einwirkung von Luftschadstoffen (vgl. Abschnitt 4.0) zu einer gesteigerten Empfindlichkeit gegenüber Witterungsereignissen (z. B. Frost oder Trokkenheit) führen.

Hohe Winter- und Frühjahrsfeuchtigkeit sowie kühlfeuchtes Sommerwetter sind für die Vitalität der Bäume und damit für deren Belaubungszustand günstig; anhaltend trocken-warme Witterung dagegen kann einen erheblichen Streß darstellen. Trocken-warme Witterung fördert darüber hinaus die Vermehrung verschiedener Schadinsekten. Sie kann außerdem in den Waldböden im Zusammenhang mit verstärktem Humusabbau zu Versauerungsschüben führen, welche die Wirkung der ebenfalls versauernd wirkenden Schadstoffeinträge zusätzlich verstärken.

Die Bewertung von Witterungseinflüssen und ihren Wirkungen auf den aktuellen Kronenzustand ist jedoch aus mehreren Gründen schwierig. Einerseits variiert die Witterung großräumig und auch kleinräumig erheblich. Andererseits kann ihre Wirkung

schon durch kleinräumig unterschiedliche Standortsbedingungen (z.B. Wasserversorgung) überlagert werden. Darüber hinaus wirkt sich die Witterung eines Jahres auf die Waldbäume zum Teil erst in den folgenden Vegetationsperioden sichtbar aus.

Für weite Gebiete Deutschlands sind von 1988 bis 1992 relativ hohe Jahresdurchschnittstemperaturen mit milden Wintern und niederschlagsarmen Sommern festzustellen. Das Jahr 1993 zeichnete sich dagegen im allgemeinen durch ein warmes und trokkenes Frühjahr sowie verhältnismäßig hohe Niederschläge im Sommer aus. Der Winter 1993/94 war relativ mild mit reichlichen Niederschlägen, die bis zum Frühjahr 1994 anhielten. Die Hochsommermonate des Jahres 1994 waren regional sehr heiß und trocken.

Für das bundesweite Ergebnis der Waldschadenserhebung 1994 läßt sich zwar kein einheitlicher Trend der Witterungseinflüsse auf den Kronenzustand feststellen, er ist aber auch vor dem Hintergrund der günstigen Witterungsbedingungen der Zeit von Mai 1993 bis Juni 1994 (überdurchschnittliche Niederschläge) zu sehen. Die heiße und trockene Sommerperiode 1994 scheint kaum negative Auswirkungen auf den Kronenzustand zum Zeitpunkt der Waldschadenserhebung gehabt zu haben.

In den Waldzustandsberichten einiger Länder sind hierzu folgende Hinweise enthalten:

- Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt heben den günstigen Einfluß der reichlichen Niederschläge 1993 bis zum Frühjahr 1994 hervor.
- Bayern und Nordrhein-Westfalen sehen in den heißen und trockenen Sommermonaten 1994 eine Mitursache für das vorzeitige Nadelschütten bei der Kiefer.
- In Hessen und Rheinland-Pfalz wurden in den letzten sechs Jahren gehäuft trocken-warme Perioden im Frühjahr und Sommer beobachtet. Der Trockenstreß hat in diesem Zeitraum den Wald belastet.

1.32 Forstschutzsituation

Die folgenden Angaben wurden von den Ländern im September 1994 unabhängig von der Waldschadenserhebung festgestellt und gemeldet.

Die Forstschutzsituation wird auch 1994 durch das großräumige Auftreten von **Schadinsekten** geprägt. Besonders betroffen sind demnach wieder

- die **Fichte** vor allem durch Massenvermehrung der **Borkenkäfer**,
- die **Kiefer** vor allem durch Massenvermehrung von **Schmetterlingen mit nadelfressenden Raupen** sowie des **Kiefernprachtkäfers**,
- die **Eiche** vor allem durch Massenvermehrung von **Schmetterlingen mit blattfressenden Raupen**.

Die großräumige Vermehrung der Schadinsekten wurde begünstigt durch

- die schweren Sturmschäden des Jahres 1990 und erneute Sturmschäden in den Wintern 1992/93 und 1993/94, in deren Folge insbesondere die Borkenkäfer Brutraum in umgestürzten und durch Wurzelrisse geschwächten Bäumen fanden,
- eine für die Entwicklung der Insekten günstige trocken-warme Witterung,
- die allgemeine Schwächung der Waldbäume infolge der Luftschadstoffeinträge und der dadurch verursachten Nährstoffungleichgewichte und Versauerung in den Waldböden,
- die zusätzliche Belastung der Waldbäume durch die trockenen Sommer 1991 und 1992, das trokkene Frühjahr 1993 sowie durch den ungewöhnlich heißen und trockenen Hochsommer 1994.

Schadinsekten an der Fichte

Die Forstschutzsituation bei der Fichte ist wie im Vorjahr auch 1994 durch eine Massenvermehrung vor allem der Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher geprägt. Während der Befall in den südlichen Ländern erheblich zurückgegangen ist, wurde in Norddeutschland eine starke Zunahme registriert. Dies kommt in den Ergebnissen der Waldschadenserhebung aus folgenden Gründen jedoch kaum zum Ausdruck:

- Die Fichten weisen erst bei relativ weit fortgeschrittenem Borkenkäferbefall eine erkennbare Verfärbung und noch später Nadelverlust auf.
- Befallene Bäume werden i.d.R. so rasch wie möglich entnommen, um eine Ausbreitung der Borkenkäfer auf die Nachbarbäume und -bestände zu verhindern.
- Massenvermehrungen konzentrierten sich i.d.R. auf räumlich abgegrenzte Befallsherde, die von den Stichprobenpunkten oft nicht erfaßt werden.

Buchdrucker (*Ips typographus*) und **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) brüten in der Rinde von Fichten, seltener auch in der Rinde von anderen Nadelbäumen. Die Käfer und insbesondere die Larven fressen in der Rinde Gänge und zerstören damit die Bastschicht. Dies bringt den Baum bei massenhaftem Befall zum Absterben. Beide Borkenkäferarten verfügen über ein hohes Vermehrungspotential und neigen daher zu Massenvermehrungen. Während beide Arten normalerweise nur an frisch gefällten oder vom Wind geworfenen Stämmen, deren Vitalität gemindert ist, erfolgreich brüten, können sie bei Massenvermehrungen auch gesunde Bäume befallen.

Der Buchdrucker bevorzugt die unteren Stammteile der Fichten, der Kupferstecher dagegen die dünnrindigen oberen Stammpartien und Äste sowie jüngere Bäume. Erstes Anzeichen für den Befall eines Baumes sind das aus den Bohrlöchern rieselnde braune Bohrmehl und vom Specht durch abgeschlagene Borkenschuppen hervorgerufene helle Rindenflecke (Spiegel).

1990 und nach den erneuten größeren Sturmschäden in den Wintern 1992/93 und 1993/94 fanden die Borkenkäfer vor allem auf den Sturmwurfflächen viel

Brutmaterial vor. Hinzu kamen die trocken-warmen Sommer 1990 bis 1992, die eine Entwicklung von bis zu drei Generationen pro Jahr ermöglichten. Aufgrund dieser Bedingungen kam es zu Massenvermehrungen.

Obwohl nach den schweren Sturmschäden zielstrebig an der Beseitigung von Brutmaterial gearbeitet wurde, ließ sich nicht verhindern, daß auch 1993 wegen des Befalls mit Buchdrucker bundesweit mehr als 4,5 Mio. m^3 Schadholz eingeschlagen werden mußten, davon allein ca. 2,5 Mio. m^3 in Bayern und ca. 1,2 Mio. m^3 in Baden-Württemberg.

Angesichts dieser Situation rechnen die Länder auch für 1994 noch mit einem deutlichen Anfall von Borkenkäferholz. Die Schlechtwetterperioden mit anhaltenden Regenfällen im Sommer 1993 und das naßkalte Wetter im Frühjahr 1994 haben die Situation zwar etwas entschärft. Der ungewöhnlich heiße und trockene Hochsommer 1994 hat jedoch insbesondere in Norddeutschland zu starkem Befall vor allem im Inneren der Bestände geführt. Die Eindämmung der Borkenkäfergefahr stellt daher nach wie vor einen Schwerpunkt im Forstschutz dar.

Die Larven der **Fichtengespinstblattwespe** (*Cephalcia abietis*) haben in Sachsen und Thüringen merkliche bis starke Fraßschäden auf insgesamt 10 000 ha verursacht. Von Juni bis August fressen die Larven bevorzugt an alten Fichtennadeln. Während der Fraßperiode leben sie in Gespinsten. Die Überwinterung der Art erfolgt als Larve im Boden. In dieser Entwicklungsphase kann die Diapause (Unterbrechung der Entwicklung) zu einem mehrjährigen Überliegen der Larve führen. In der Regel kommt es deshalb in einem Gebiet nicht in zwei aufeinanderfolgenden Jahren zu hohen Populationsdichten und damit zu stärkeren Fraßschäden.

Schadinsekten an der Kiefer

Die Forstschutzsituation bei der Kiefer wird 1994 in den ostdeutschen Ländern und Niedersachsen vor allem durch Massenvermehrungen von Nonne und Kiefernspinner sowie in den ostdeutschen Ländern und in Hessen durch massenhaftes Auftreten des Kiefernprachtkäfers bestimmt.

- Die **Nonne** (*Lymantria monacha*) zählt durch ihre Neigung zu großflächigen Massenvermehrungen zu den bedeutendsten Forstschädlingen Mitteleuropas. Ihre Raupe frißt an austreibenden Knospen sowie Nadeln und Blättern fast aller Baumarten, wobei sie Kiefer und Fichte bevorzugt. Die junge Raupe spinnt sich an langen Fäden ab und kann dabei über größere Strecken verweht werden. Bereits einmaliger Kahlfraß ist für Fichten immer und für Kiefern beim Hinzukommen von Sekundärschädlingen tödlich.

  1993 wurde der Befall der Kiefer durch die Nonne im gesamten nordostdeutschen Tiefland mit gegenüber 1992 stark steigender Tendenz beobachtet. Die Befallsfläche betrug bundesweit ca. 35 600 ha. Daher wurden in einigen Ländern im Frühjahr 1994 Gegenmaßnahmen mit Pflanzenschutzmitteln – in Brandenburg auf 27 000 ha, in Sachsen auf 1 900 ha und in Mecklenburg-Vorpommern auf ca. 900 ha – durchgeführt, um drohenden Kahlfraß zu verhindern. Auch Fichtenbestände Thüringens waren 1994 auf 350 ha durch die Nonne ernsthaft gefährdet.

- Der **Kiefernspinner** (*Dendrolimus pini*) gehört zu jenen Schmetterlingen, deren Raupen insbesondere im Frühjahr vorzugsweise mittelalte und ältere Kiefern, gelegentlich auch Fichten und Lärchen kahlfressen können. Im Herbst fressen die geschlüpften Raupen an den Nadeln in den Kronen der Bäume bis Frostbeginn im Oktober/November. Sie überwintern in der Bodendecke am Fuße des Fraßbaumes. Im Frühjahr setzen sie dann den Nadelfraß in den Kronen fort. Bereits einmaliger Kahlfraß führt zum Absterben der Bäume.

  Der Kiefernspinner tritt in den ostdeutschen Ländern mit Schwerpunkt in Brandenburg auf. Im Frühjahr 1994 war allein in Brandenburg auf ca. 25 000 ha, in Sachsen-Anhalt auf ca. 3 700 ha und in Sachsen auf 680 ha die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unabdingbar. Teilweise sind weitere Gegenmaßnahmen im Herbst vorgesehen.

Die Forstverwaltungen der Länder werden die Populationsdichten von Nonne und Kiefernspinner (u. a. durch Eisuchen bzw. Leimringkontrollen) und den Falterflug (z. B. mittels Lockstoff-Fallen, Zählstammkontrollen) in gefährdeten Gebieten überwachen und ggf. Gegenmaßnahmen einleiten.

- Der **Blaue Kiefernprachtkäfer** (*Phaenops cyanea*) gehört zu den wärmeliebenden Insekten, die sich in warmen, trockenen Sommern sehr stark vermehren können. Seine Larven fressen in der Bastschicht der Kiefern und bringen dadurch die Bäume zum Absterben.

  Neuartig ist, daß neben den klassischen Befallsbildern (einzelstammweises Absterben) nunmehr auch Befall auf ganzen Waldflächen zu beobachten ist, auch in Gebieten, in denen dieser Schädling früher fast bedeutungslos war (z. B. südhessische Rhein-Main-Ebene).

  Der Blaue Kiefernprachtkäfer tritt in den ostdeutschen Ländern sowie Hessen seit 1992 in einer Massenvermehrung auf und verursachte dort bedeutende Schäden (1993: Über 500 000 m^3 Schadholz). Der diesjährige Schadholzanfall durch den Käferfraß wird vermutlich geringer als im Vorjahr sein. Die Schäden werden aufgrund der Biologie dieser Art erst ab Herbst sichtbar werden.

  Der Käfer kann durch Fällen und Entrinden der befallenen Stämme bekämpft werden. Die Rinde muß dann zerhackt, gemulcht oder vergraben werden. Eine Bekämpfung ist daher sehr aufwendig und kostenintensiv.

Auch weitere Rindenschädlinge (Borkenkäfer, Bockkäfer, Rüsselkäfer) weisen hohe Populationsdichten auf und führen zu vermehrten Schadholzanfällen, z. B. in der nördlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz).

Schadinsekten an der Buche

Der **Schwammspinner** *(Lymantria dispar)*, der bevorzugt Eichen befällt, trat in einigen Gebieten auch in Buchenbeständen auf. Da die Regenerationsfähigkeit dieser Baumart geringer als die der Eiche zu sein scheint, muß bereits nach einmaligem Kahlfraß mit Ausfällen gerechnet werden. Auch **Buchenblattbaumläuse** *(Phyllaphis fagi)*, **Buchen-Rotschwanz** *(Dasychira pudibunda)* und **Buchenspringrüßler** *(Rhynchaenus fagi)* haben die Belaubungsdichte örtlich beeinflußt.

Schadinsekten an der Eiche

Die bereits 1993 beobachteten regionalen Massenvermehrungen der Schmetterlinge Schwammspinner, Eichenwickler und Frostspanner setzte sich auch 1994 fort. Die Schmetterlinge treten z. T. gemeinsam in den selben Waldbeständen auf. Ihr Raupenfraß hat insbesondere bei den über 60jährigen Eichen zur Verschlechterung des Kronenzustandes beigetragen.

– Der **Schwammspinner** (*Lymantria dispar*) ist ein wärmeliebendes Insekt, das nach Trockenjahren insbesondere in wärmeren Regionen (Gegenden mit Weinbauklima) zu Massenvermehrungen neigt. Seine Raupen fressen von Ende April bis Juni/Juli an nahezu allen heimischen Laubbäumen, bevorzugt aber am Frühjahrstrieb der Eiche. Bei Massenvermehrungen können auch Nadelbäume und die Bodenvegetation kahlgefressen werden. Kahlfraß und insbesondere wiederholter Befall kann in Altbeständen Bäume zum Absterben bringen. In Dickungen kann dies großflächig geschehen.

  Bereits 1992 zeichnete sich eine Zunahme der Schwammspinner-Populationen ab, weshalb regional Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt wurden. 1993 kam es insbesondere in den süddeutschen Ländern zu einer Massenvermehrung. Bundesweit wurden insgesamt ca. 50 000 ha befallen, ca. 10 000 ha davon kahlgefressen. Aufgrund der hohen Populationsdichte ist die Befallsfläche 1994 bundesweit auf ca. 79 000 ha angewachsen; Kahlfraß wurde auf 4 600 ha registriert (vgl. Übersicht 6). Je nach der Befallsstärke, den Bekämpfungsmaßnahmen und weiteren Schadfaktoren sind durch den Schwammspinner sowohl Einzelbäume als auch ganze Bestände abgestorben.

  Zur Begrenzung der Schäden wurde der Schwammspinner auch 1994 an Schadensschwerpunkten insbesondere in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen bekämpft.

– Die Raupen des **Eichenwicklers** (*Tortrix viridana*) schlüpfen im Frühjahr und befallen die austreibenden Knospen vor allem älterer Eichen, wobei der Zeitpunkt ihres Schlüpfens mit dem Austreiben der Knospen zusammentreffen muß. Charakteristisch für den Eichenwickler ist, daß die Raupen Blüten und Blätter mit Gespinstfäden zu einem Wickel zusammenrollen und diese dann innerhalb des Gespinstes zerfressen. Der Raupenfraß beginnt im Wipfel und schreitet nach unten fort.

  Der Eichenwickler ist ein Schmetterling, der in geeigneten Waldbeständen jahrzehntelang hintereinander mit unterschiedlicher Intensität auftreten und Schäden verursachen kann. Die Fraßschäden können die Verjüngung von Eichenbeständen (z. B. durch Ausbleiben der Fruchtbildung oder durch Fraß an Verjüngung und Unterbau) wesentlich erschweren. Wiederholtes Auftreten durch Eichenwickler und Frostspanner begünstigt den oft tödlichen Befall durch den **Eichenprachtkäfer** *(Agrilus biguttatus)*.

  Der Eichenwickler trat 1994 in den ostdeutschen Ländern, Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz teilweise gemeinsam mit dem Schwammspinner auf. Allein in Bayern sind ca. 60 000 ha befallen; das entspricht 45 % der bayerischen Eichenflächen.

– Die Raupe des **Frostspanners** (*Operophthera brumata u. a.*) frißt – ähnlich wie die des Eichenwicklers – an Blatt- und Blütenknospen. Sie ist jedoch nicht auf Eiche spezialisiert, sondern befällt auch viele andere Laubgehölze, bevorzugt aber Obstgehölze. Beim Frostspanner schreitet im Gegensatz zum Eichenwickler der Fraßschaden in der unteren Baumkrone beginnend von unten nach oben fort. Die männlichen Falter schwärmen während der ersten Nachtfröste im Herbst (daher der Name); die Weibchen sind flugunfähig. Massenvermehrungen halten beim Frostspanner i.d.R. nur ein bis zwei Jahre an. Wiederholter starker Raupenfraß mindert Fruchtbildung und Zuwachs der Bäume. Er ist insbesondere bei gleichzeitigem Auftreten von anderen Schadinsekten von Bedeutung und disponiert die Eichen ebenfalls für den oft tödlichen Prachtkäferbefall.

  Auch der Frostspanner trat 1994 insbesondere in den ostdeutschen Ländern (über 12 000 ha) und in Baden Württemberg (über 3 000 ha) auf.

Das volle Ausmaß der Schäden durch Schwammspinner, Eichenwickler und Frostspanner kann erst in den kommenden Jahren eingeschätzt werden. Die von Schwammspinner und Eichenwickler befallenen Eichenbestände haben im Juli größtenteils wieder ausgeschlagen (Johannistrieb), doch wurden die neuen Blätter dann oft stark von Mehltaupilzen befallen. In der Folge werden bei den betroffenen Bäumen verstärkt Käferbefall (z. B. Prachtkäfer und Bockkäfer), Trockenastigkeit und Wipfeldürre auftreten. In Einzelfällen ist mit einem Absterben bereits vorgeschädigter Bestandesglieder oder von Bestandesgruppen zu rechnen.

Die Forstverwaltungen der Länder überwachen daher die Entwicklung dieser Schmetterlinge und der gefährdeten Waldbestände und werden erforderlichenfalls Maßnahmen ergreifen.

In Teilen von Hessen, Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen kam es zu einem kalamitätsartigen Auftreten des **Eichenerdflohes** (*Haltica quercetorum*). Die Fraßschäden in Sachsen und Sachsen-Anhalt gingen im Vergleich zum Vorjahr deutlich zurück.

Die Larven und Käfer skelettieren die Blätter von Eichen aller Altersklassen. Die Verluste der Assimilationsorgane führen zu ähnlichen Schäden wie beim Eichenwickler und den Frostspanner-Arten.

Im gesamten Rheintal befindet sich der **Waldmaikäfer** (*Melolontha hippocastani*) in einer Massenvermehrung. Die Entwicklung vom Ei bis zum Käfer dauert drei bis vier Jahre. In dieser Zeit lebt die Larve (Engerling) im Boden, wo sie an Wurzeln frißt. Starker Engerlingsfraß kann insbesondere für junge Laubbaumkulturen/-bestände tödlich sein.

Bereits 1993 wurde in Hessen starker Engerlingsfraß beobachtet, der auch 1994 auf ca. 15 000 ha zu erheblichen Schäden führte.

Übersicht 6

Befall durch Schwammspinner *(Lymantria dispar)*, Eichenwickler *(Tortrix viridana)* und Frostspanner *(Operophthera brumata)* u.a. vorrangig an Eiche im Jahr 1994 – Ergebnis einer Länderumfrage
(September 1994)

	Angaben in Hektar					
	Schwammspinner		Eichenwickler		Frostspanner	
	Befallsfläche	davon Kahlfraß	Befallsfläche	davon Kahlfraß	Befallsfläche	davon Kahlfraß
Bremen	.	.	27	.	27	.
Hamburg	.	.	.	.	.	.
Niedersachsen	150[3])	0	•	•	•	•
Nordrhein-Westfalen	20	0	2 500[2])	800	2 500[2])	800
Schleswig-Holstein	.	.	.	.	.	.
Nordwestdeutsche Länder	**170**	.	**2 527**	**800**	**2 527**	**800**
Berlin	0	0	210	überlappt	121	0
Brandenburg	1 700	.	3 260	.	2 100	.
Mecklenburg-Vorpommern	.	.	730	.	550	.
Sachsen	2 100	400	7 000	3 500[4])	2 100	700[4])
Sachsen-Anhalt	900[5])	800[5])	10 000[2])	3 000	4 100[2])	1 000
Thüringen	.	.	5 816[2])	2 740	3 557[2])	2 011
Ostdeutsche Länder	**4 700**	**1 200**	**27 016**	**9 240**	**12 528**	**3 711**
Baden-Württemberg	10 700	1 400	3 150[2])	1 300	3 150[2])	1 300
Bayern	44 000	200	60 000	23 000	1 000	0
Hessen[1])	14 100	.	1 100	.	260	.
Rheinland-Pfalz	4 600	1 800	650[2])	230	650[2])	230
Saarland	150	0	•	.	.	.
Süddeutsche Länder	**73 550**	**3 400**	**64 900**	**24 530**	**5 060**	**1 530**
Bundesrepublik Deutschland[2])	**78 420**	**4 600**	**94 443**	**34 570**	**20 115**	**6 041**

[1]) = Auch Buche ist auf großer Fläche vom Kahlfraß betroffen.
[2]) = Die Befallsflächen dürfen **nicht** addiert werden, da die Schädlinge z. T. auf gleicher Fläche auftraten.
[3]) = Befall kommt ausschließlich an Beerkraut, Fichte und unter Kiefer gepflanzter Douglasie vor.
[4]) = Es sind auch starke Schäden (> 50 % Blattverluste) enthalten.
[5]) = Davon 650 ha Birkensukzessionsfläche auf ehemaligem Truppenübungsplatz.
• = Fraß ist vorhanden, aber der Umfang der Befallsfläche ist noch nicht bekannt.
. = ohne Angabe, Befallsmeldungen lagen nicht vor.

2.0 Der Waldzustand in Europa

Luftverunreinigungen und neuartige Waldschäden sind ein grenzübergreifendes Problem. Die Symptome der neuartigen Waldschäden werden auch in den europäischen Nachbarländern sowie in Nordamerika beobachtet. Aus diesem Grunde führen die europäischen Staaten ebenfalls Waldschadenserhebungen durch. Die Europäischen Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder vom 18./19. Dezember 1990 in Straßburg und vom 16.–18. Juni 1993 in Helsinki haben die Bedeutung von systematischen und staatenübergreifenden Beobachtungen der Waldökosysteme und die Notwendigkeit von international abgestimmten Gegenmaßnahmen bestätigt.

2.1 Waldschadenserhebung der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE)

Grundlagen

1985 beauftragte das Exekutivorgan der Konvention über den weiträumigen grenzüberschreitenden Transport von Luftverunreinigungen von 1979 (Genfer Luftreinhaltekonvention) eine internationale Sonderarbeitsgruppe damit, die Erfassung und Überwachung der neuartigen Waldschäden zu vereinheitlichen und länderübergreifend auszuwerten. Die Leitung dieser Sonderarbeitsgruppe obliegt der Bundesrepublik Deutschland und hier dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Als Ergebnis dieser internationalen Aktivitäten führen die europäischen Staaten seit 1986 Waldschadenserhebungen nach einem einheitlichen Stichprobenverfahren in einer Netzdichte durch, die den landesspezifischen Gegebenheiten Rechnung trägt (z. B. 16 x 16 km, 4 x 4 km). Jährliche gemeinsame Abstimmungen und Anspracheübungen sichern die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten.

Die Ergebnisse dieser nationalen Waldschadenserhebungen werden vom Programmkoordinierungszentrum in Hamburg zusammengestellt und im gemeinsamen europäischen Waldzustandsbericht der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) und der Europäischen Union (EU) veröffentlicht. Inzwischen beteiligen sich 35 europäische Staaten daran. 1993 wurden 82 % der europäischen Waldfläche (ca. 181 Mio. ha von insgesamt rd. 222 Mio. ha Wald) einbezogen.

Übersicht 7

Waldschäden in der UN/ECE 1993* (alle Baumarten)

Land	Anteil der Schadstufen [in %]			Veränderungen (Schadstufen 2–4) zu 1992 [in %]
	0	1	2–4	
Nordeuropa				
Estland	43,8	35,9	20,3	– 8,2
Finnland	60,7	24,1	15,2	+ 0,7
Lettland	22,0	43,0	35,0	– 2,0
Litauen	21,2	51,4	27,4	+ 9,9
Norwegen	39,4	35,7	24,9	– 1,3
Schweden [1])	62,4	27,0	10,6	– 6,3
Zentraleuropa				
Deutschland	35,9	39,9	24,2	– 1,8
Kroatien	62,0	18,8	19,2	+ 3,6
Liechtenstein	.	.	.	.
Österreich	54,9	36,9	8,2	+ 1,3
Schweiz	31,3	50,7	18,0	+ 2,0
Slowakei	19,8	42,6	37,6	+ 1,6
Slowenien	37,0	44,0	19,0	.
Restjugoslawien	.	.	.	.
Tschechien	13,0	34,0	53,0	– 3,4
Südeuropa				
Griechenland	37,7	41,1	21,2	+ 3,1
Italien	.	.	.	.
Portugal	64,5	28,2	7,3	–15,2
Spanien	44,8	42,2	13,0	+ 0,7
Türkei	.	.	.	.
Westeuropa				
Belgien	46,6	38,6	14,8	– 2,1
Dänemark	37,3	29,3	33,4	+ 7,5
Frankreich	74,8	16,9	8,3	+ 0,3
Großbritannien	38,9	44,2	16,9	–41,4
Irland [1])	31,4	39,0	29,6	+13,9
Luxemburg	42,2	34,0	23,8	+ 3,4
Niederlande	52,6	22,4	25,0	– 8,4
Osteuropa				
Bulgarien	45,7	31,1	23,2	+ 0,1
Moldawien	26,7	22,5	50,8	.
Polen	6,3	43,7	50,0	+ 1,2
Rumänien	48,2	31,3	20,5	+ 3,8
Russische Föderation [1]) [2])	56,6	38,9	4,5	– 0,7
Ukraine	27,7	50,8	21,5	+ 5,2
Ungarn	45,8	33,2	21,0	– 0,5
Weißrußland	22,3	48,4	29,3	+10,1

* = neueste verfügbare Daten; [1]) = nur für Nadelbäume erhoben; [2]) = Erhebung nur in Teilregionen; . = keine Angaben verfügbar
(Quelle: Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa, 1994)

Übersicht 8

Waldschäden in der UN/ECE 1993 –
Zahl der Staaten mit Veränderungen zum Vorjahr
(aufgrund fehlender Daten für 1992 und/oder 1993 ist nicht für alle der 35 teilnehmenden Staaten ein Vergleich möglich)

	Zahl der Staaten		
	mit **Zunahme** der deutlichen Schäden *) um mehr als 2,5 %-Punkte	**ohne** wesentliche Änderungen ±2,5 %-Punkte	mit **Abnahme** der deutlichen Schäden *) um mehr als 2,5 %-Punkte
Laubbäume	8	14	3
Nadelbäume	8	13	8

*) (Schadstufen 2–4)

Ergebnisse der Waldschadenserhebung der UN/ECE 1993[4])

Aus Übersicht 7 ergeben sich die Höhe der Waldschäden 1993 in den Staaten der UN/ECE sowie deren Veränderung gegenüber dem Vorjahr. Besonders hoch ist hiernach der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden (Schadstufen 2–4) in Tschechien mit 53 %, Moldawien mit etwa 51 % und Polen mit 50 %. Gering ist der Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden in Portugal mit etwa 7 % sowie in Österreich und Frankreich mit jeweils rund 8 %.

Übersicht 8 gibt die Situation bei den Baumartengruppen wieder. Bei den Nadelbäumen ist kein einheitlicher Trend erkennbar. Bei den Laubbäumen zeigt sich insbesondere in Nord- und Osteuropa eine Tendenz zur Zunahme der deutlichen Schäden. Im übrigen sind bei Nadel- und Laubbäumen das Schadniveau und die Entwicklung sehr uneinheitlich (vgl. Anhang, Tabellen 10 a und 10 b).

Als Ursache für die Waldschäden werden ungünstige Witterungsbedingungen, Insekten- und Pilzbefall, Waldbrände und Luftverschmutzung genannt. Der Anteil der Luftschadstoffe an der Entstehung der jeweiligen Kronenschäden wird dabei unterschiedlich beurteilt. Während einige Staaten (v. a. Großbritannien) eine maßgebliche Beteiligung der Luftschadstoffe an ihren Waldschäden in Frage stellen, sehen die meisten Staaten darin einen die Waldökosysteme schwächenden Faktor. Deutschland, Tschechien, die Slowakische Republik und Polen z. B. bewerten die Luftverschmutzung als wesentliche Ursache für die Waldschäden.

[4]) Die neuesten verfügbaren Angaben auf europäischer Ebene sind die Ergebnisse der UN/ECE- bzw. der EU-Waldschadenserhebungen des Jahres 1993. Sie und weitere Informationen hierzu sind dem Gemeinsamen Bericht der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa und der Europäischen Kommission mit dem Titel „Der Waldzustand in Europa – Ergebnisse der Erhebung 1993" zu entnehmen. Dieser Bericht kann über das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bezogen werden.

2.2 Waldschadenserhebung der Europäischen Union

Grundlagen

Die Europäische Kommission erstellt aufgrund der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung seit 1987 jährliche Waldzustandsberichte, die seit 1992 als gemeinsamer europäischer Waldzustandsbericht von UN/ECE und EU veröffentlicht werden. Die Mitgliedstaaten führen dazu in einem grenzüberschreitenden 16 x 16 km-Stichprobennetz, das i.d.R. Teil des nationalen Netzes ist, jährliche Waldschadenserhebungen durch. Das Erhebungsverfahren entspricht dabei dem der UN/ECE.

Dem Waldzustandsbericht der Europäischen Kommission liegt – anders als bei der UN/ECE, die die nationalen Ergebnisse wiedergibt und bewertet, – eine grenzüberschreitende (transnationale) Auswertung der erhobenen Daten zugrunde. Inzwischen beteiligen sich neben den 12 EU-Staaten 15 weitere europäische Staaten[5]) an dieser Erhebung.

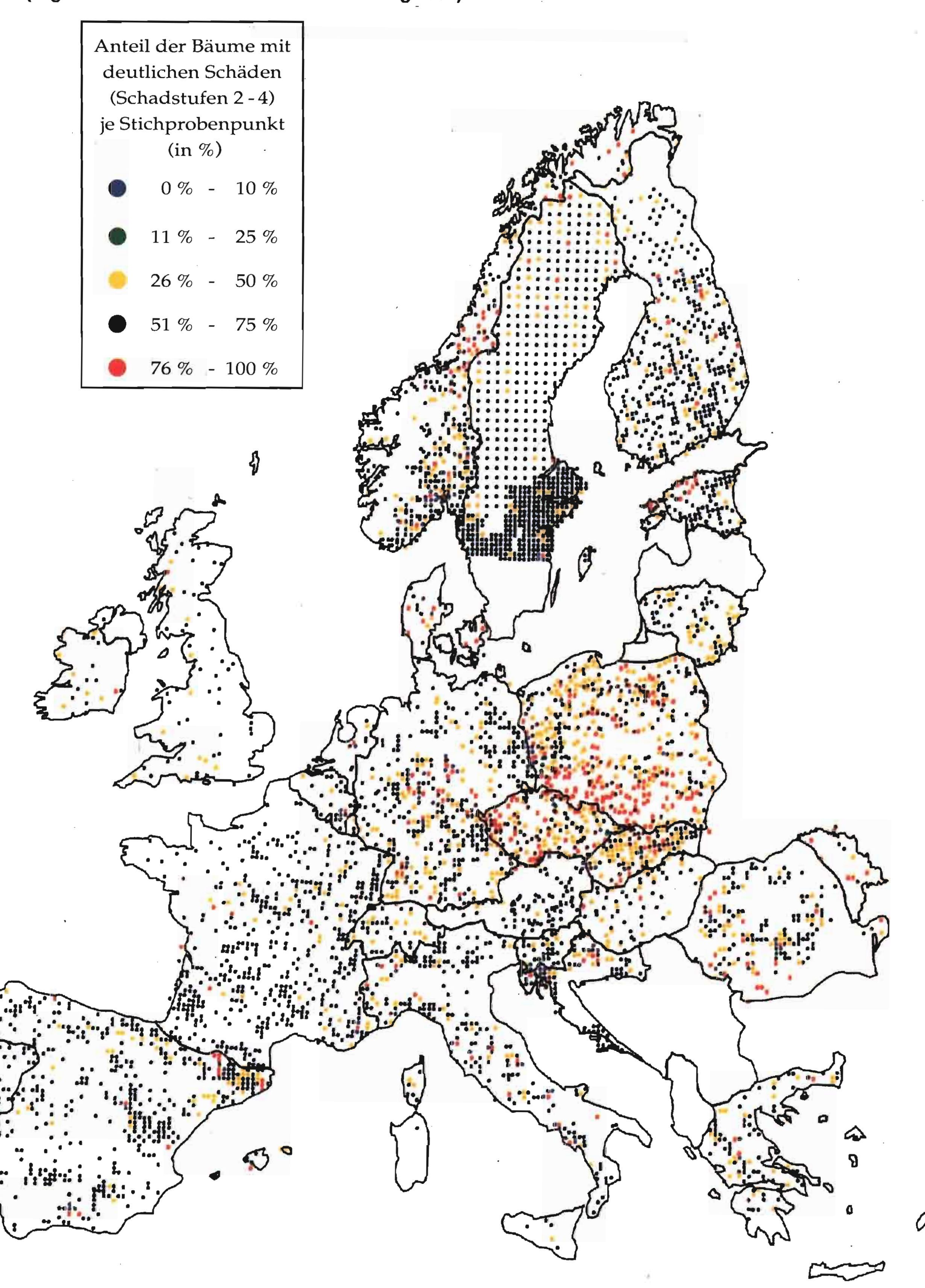
Ergebnisse der transnationalen Waldschadenserhebung der EU 1993[6])

1993 wurde im Rahmen der EU-Waldschadenserhebung der Kronenzustand von insgesamt rund 103 000 Bäumen auf etwa 4 800 Stichprobenpunkten eingeschätzt. Die Ergebnisse sind aus Übersicht 9 sowie Karte 9 zu ersehen.

[5]) Estland, Finnland, Kroatien, Litauen, Moldawien, Norwegen, Österreich, Polen, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Tschechien und Ungarn (vgl. Karte 3).

[6]) Die neuesten verfügbaren Angaben auf europäischer Ebene sind die Ergebnisse der UN/ECE- bzw. der EU-Waldschadenserhebungen des Jahres 1993; a.a.O. S. 47.

Waldschäden in Europa
(Ergebnisse der EU-Waldschadenserhebung 1993)



Übersicht 9

Ergebnisse der transnationalen EU-Waldschadenserhebung 1993
(12 EU-Staaten sowie 15 weitere europäische Staaten)

Baumartengruppe	Anteil der Schadstufen [in %]		
	0	1	2–4
Nadelbäume	41,5	34,6	23,9
Laubbäume	46,7	32,9	20,4
alle Baumarten	**43,5**	**33,9**	**22,6**

Rund 43 % der Bäume zeigten 1993 keine sichtbaren Schäden (Schadstufe 0), ca. 34 % hatten schwache Schäden (Schadstufe 1), ca. 23 % deutliche Schäden (Schadstufen 2–4). Die Laubbäume wiesen mit einem Anteil von rund 20 % deutlichen Schäden geringere Nadel-/Blattverluste auf als die Nadelbäume mit einem Anteil von ca. 24 %.

Betrachtet man die Klimaregionen Europas, so ist der subatlantische Raum mit einem Anteil deutlicher Schäden von rund. 36 % am stärksten betroffen. In den anderen Klimaregionen schwankt der Anteil der Bäume in diesen Schadstufen zwischen ca. 6 % (südatlantische Region) und ca. 24 % (kontinentale Region).

Bei den Laubbäumen weisen die Eichen die auffälligste Verschlechterung auf. Nachdem sich ihr Zustand bereits von 1991 auf 1992 verschlechtert hatte, nahmen die deutlichen Schäden von 1992 bis 1993 um 4,2 %-Punkte auf 25,7 % zu.

Geringfügige Verbesserungen sind dagegen bei den Nadelbäumen zu verzeichnen. Lediglich bei der Tanne nahmen die deutlichen Schäden von 1992 auf 1993 zu, und zwar um 4,4 %-Punkte auf 33,6 %.

Von den im Jahre 1993 insgesamt in der EU erhobenen Stichprobenbäumen waren 19 528 an allen jährlichen Erhebungen von 1988 bis 1993 beteiligt. Übersicht 10 und Graphik 16 zeigen anhand dieser Stichprobenbäume die zeitliche Entwicklung der Waldschäden in der EU. Bei dieser Gruppe war der Anteil der als geschädigt eingestuften Bäume erheblich. Von den bewerteten Baumarten zeigten alle mit Ausnahme der Tanne eine mehr oder weniger deutliche Zunahme des Anteils geschädigter Bäume (bei Fichte und Buche nur bis 1992).

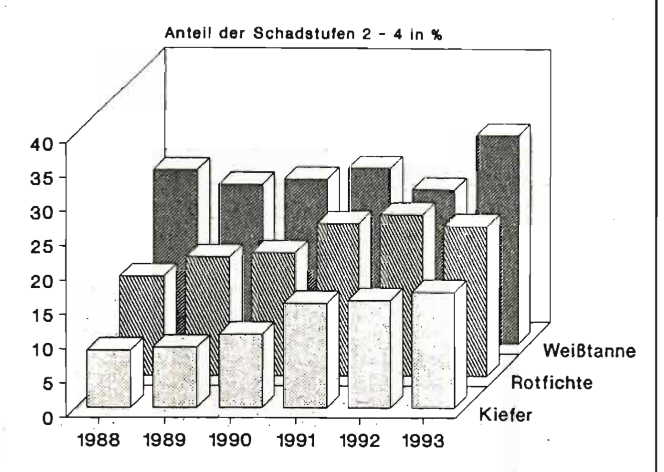
Übersicht 10

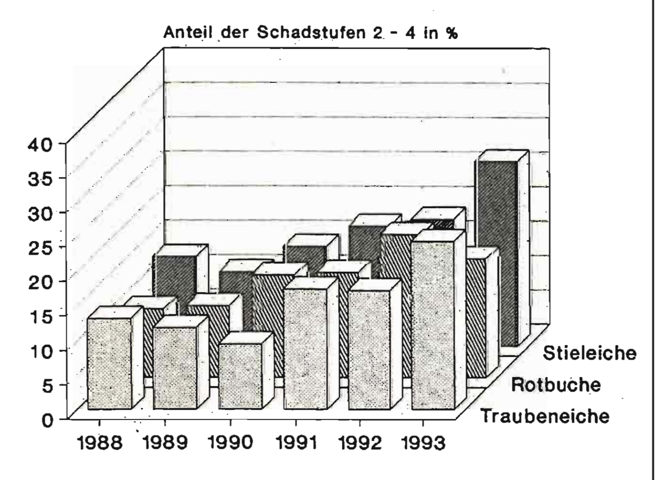
Entwicklung der Waldschäden für wichtige Baumarten in der EU von 1988 bis 1993
(nur Stichprobenbäume, die an den Erhebungen von 1988 bis 1993 beteiligt waren)

Baumart	Jahr	Anteil der Schadstufen [in %]		
		0	1	2–4
Fichte *(Picea abies)*	1988	51,8	33,7	14,5
	1989	50,2	32,5	17,3
	1990	48,0	34,1	17,9
	1991	46,8	31,0	22,2
	1992	40,6	35,9	23,5
	1993	**44,9**	**33,2**	**21,9**
Kiefer *(Pinus sylvestris)*	1988	61,1	30,5	8,4
	1989	60,4	30,8	8,8
	1990	58,5	30,8	10,7
	1991	49,5	35,2	15,3
	1992	46,2	38,1	15,7
	1993	**46,9**	**36,2**	**16,9**
Tanne *(Abies alba)*	1988	55,3	19,4	25,3
	1989	53,3	23,5	23,2
	1990	54,3	21,7	24,0
	1991	53,8	20,6	25,6
	1992	50,6	26,9	22,5
	1993	**46,7**	**22,8**	**30,5**
Buche *(Fagus sylvatica)*	1988	65,0	25,0	10,0
	1989	61,3	28,3	10,4
	1990	55,7	29,4	14,9
	1991	52,8	31,9	15,3
	1992	47,2	32,0	20,8
	1993	**48,8**	**33,9**	**17,3**
Stieleiche *(Quercus robur)*	1988	58,0	29,1	12,9
	1989	58,6	30,7	10,7
	1990	59,0	26,6	14,4
	1991	52,1	30,5	17,4
	1992	44,2	37,4	18,4
	1993	**38,5**	**34,7**	**26,8**
Traubeneiche *(Quercus petraea)*	1988	61,3	25,5	13,2
	1989	57,8	30,3	11,9
	1990	89,8	30,7	9,5
	1991	53,8	28,7	17,5
	1992	48,5	34,2	17,3
	1993	**42,9**	**32,7**	**24,4**

Graphik 13

Entwicklung der Waldschäden für wichtige Baumarten in der EU von 1988 bis 1993





Quelle: Europäische Kommission, 1994

2.3 Schwerpunkte der zukünftigen internationalen Zusammenarbeit

Die intensive internationale Zusammenarbeit im Bereich der Waldschadensüberwachung soll fortgeführt werden. In diesem Zusammenhang veröffentlichen EU und UN/ECE seit 1992 die Ergebnisse ihrer Waldschadenserhebungen in Form eines gemeinsamen jährlichen Berichtes.

Schwerpunkt der zukünftigen internationalen Zusammenarbeit ist die Vervollständigung der bestehenden Beobachtungsnetze. EU und UN/ECE haben zur Ergänzung des Stichprobennetzes der Waldschadenserhebung die Einrichtung eines Netzes von Dauerbeobachtungsflächen im Wald beschlossen, auf denen intensive, wissenschaftliche Untersuchungen (z. B. zu Ursache-Wirkungsbeziehungen) durchgeführt werden (s. Abschnitt 3.3). Die in Deutschland in den vergangenen Jahren bereits auf diesem Gebiet gewonnenen Erfahrungen wurden in das europäische Konzept eingebracht.

Darüber hinaus wird gegenwärtig europaweit eine Bodenzustandserhebung im Wald durchgeführt, deren Ergebnisse voraussichtlich 1996/97 vorliegen werden. Wesentliche Elemente der deutschen Bodenzustandserhebung werden dabei berücksichtigt.

Für die einheitliche Durchführung der verschiedenen Aktivitäten der Waldschadensüberwachung in Europa (jährliche Waldschadenserhebung, Bodenzustandserhebung, intensive Dauerbeobachtung) haben internationale Expertengruppen die Kriterien erarbeitet.

3.0 Ergänzende Verfahren der Waldzustandsüberwachung

Ergänzend zur Waldschadenserhebung, die seit 1984 in Deutschland als ein statistisch repräsentatives Stichprobenverfahren durchgeführt wird, nehmen die Länder weitere Untersuchungen des Waldzustandes vor. Hierzu gehören die bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald mit Nadel-/Blatt-Analysen, intensive Untersuchungen auf Dauerbeobachtungsflächen, Untersuchungen mit Hilfe von Luftbildern und Satellitenaufnahmen sowie die an Forschungseinrichtungen praktizierte Waldökosystemforschung.

Die Zusammenführung der bei diesen Erhebungen bzw. Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse soll dazu dienen, zum Schutz des Menschen und seiner Umwelt weitere Erkenntnisse über die komplexen Ursachen der neuartigen Waldschäden zu gewinnen und zu vertiefen sowie Empfehlungen an die Politik (z. B. für die Luftreinhaltung) und die forstliche Praxis abzuleiten.

Die Waldschadenserhebung stellt mit vertretbarem Aufwand kurzfristig verfügbare Aussagen über den aktuellen Waldzustand bereit (vgl. Kap 1.1).

Sie bietet jedoch nur begrenzt Möglichkeiten,

- Informationen für kleinräumige Bezugseinheiten zu liefern,
- als Basis für waldbauliche Entscheidungen zu dienen,
- unmittelbar zur Ursachenforschung beizutragen.

Abhängig von dem Ziel der Untersuchung und dem Umfang der hierfür zur Verfügung stehenden Mittel können geeignete andere Verfahren angewandt werden. Diese sollen nachfolgend beispielhaft aufgezählt und kurz erläutert werden.

Es gibt prinzipiell zwei Techniken, um Waldschäden zu erheben:

- vom Boden aus (terrestrisches Verfahren) oder
- aus der Luft (Fernerkundungsverfahren), und zwar
  = mit Color-Infrarot(CIR)-Luftbildern vom Flugzeug aus oder
  = mit multispektralen Scanneraufnahmen (Strahlungsmessungen) vom Flugzeug oder vom Satelliten aus.

Bezogen auf die aufzunehmenden Objekte bestehen folgende Alternativen:

- die Einzelbaumansprache repräsentativer Stichprobenbäume, die bei Großrauminventuren, z. B. der terrestrischen WSE, oder bei der Auswertung großmaßstäbiger CIR-Luftbilder angewandt wird, oder
- die Ansprache ganzer Waldbestände eines Untersuchungsgebietes
  = anhand von mittelmaßstäbigen CIR-Luftbildern, die eine vollflächige Kartierung von Waldschäden und von Bestandesverlichtungen ermöglichen, oder
  = mittels Satellitendaten, die eine Abgrenzung größerer Schadzonen gestatten,
- die intensive Untersuchung auf Probeflächen (z. B. Dauerbeobachtungsflächen).

3.1 **Luftbilder** (vgl. Anhang 7.1, Nr. 8)

Luftbilder werden von Flugzeugen aus bei Flughöhen von i.d.R. unter 3 000 m über Grund in der Vegetationszeit aufgenommen. Die Aufnahmetechnik sowie die Auswertegeräte erlauben eine dreidimensionale Betrachtung der Bilder. Abhängig von der gewünschten Intensität der Auswertung werden die Luftbilder mit einem Maßstab zwischen 1 : 3 000 und 1 : 12 500 aufgenommen. Durch Verwendung eines infrarot-empfindlichen Filmes (CIR) wird auf den Fotos die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbare langwellige Strahlung sichtbar. Da hierbei der störende Einfluß des atmosphärischen Dunstes geringer ist, entstehen schärfere Bilder, auf denen mehr Details zu erkennen sind. Auf solchen Bildern lassen sich geschädigte Bäume von gesunden Bäumen durch Gestalts- und Farbmerkmale unterscheiden. So können im Luftbild einzelne Baumkronen und auch ganze Bestände ähnlich wie bei der terrestrischen Waldschadenserhebung auf Schadsymptome wie Nadel-/Blattverluste, Vergilbungen und Kronendeformationen beurteilt sowie Bestandesauflichtungen erkannt werden. Der Interpretationsschlüssel eines Handbuches[7]) ermöglicht europaweit die einheitliche Beurteilung der Luftbilder bei einzelbaumweiser Ansprache.

Bei der Auswertung von Luftbildern wird i.d.R. ein höherer Stichprobenumfang als bei terrestrischen Erhebungen ausgewählt. Die Bilder können dadurch wichtige Detailinformationen bereitstellen, dauerhaft dokumentieren und andere Erhebungen ergänzen. Auch nachträgliche, gezielte Auswertungen sind möglich. Damit können die Bilder Grundlage für weitere, z. B. waldbauliche Entscheidungen sein.

Die Auswertung von Luftbildern kann die terrestrische Erhebung auf Landes- bzw. Bundesebene nicht ersetzen, jedoch ergänzen. Sie erfordert noch einen erheblichen Interpretations- und Kostenaufwand; deshalb ist bei der Ergebnisdarstellung auch die gebotene Aktualität nicht immer gegeben.

[7]) Hildebrandt, G. (Hrsg.); 1992: Anwendung der Fernerkundung zur Beurteilung des Gesundheitszustandes der Wälder, Freiburg

Anwendung des Verfahrens

Bayern wertet seit 1983 jährlich CIR-Luftbilder zur Schadensermittlung und -dokumentation in ausgewählten Waldgebieten, insbesondere in Ostbayern und im Alpenraum, aus.

Rheinland-Pfalz nimmt mit diesem Verfahren jedes Jahr eines seiner fünf Hauptwaldgebiete und ausgewählte Einzelbestände auf. Daneben werden Sondererhebungen (Feldgehölzschadenserhebung in waldarmen Gebieten, bestandesbezogene Kartierung flächenhafter Waldschäden im Hunsrück) durchgeführt.

Sachsen hat zuletzt 1990 mit Hilfe von CIR-Luftbildern Schadzonen kartiert, die Grundlage für die Umsetzung waldbaulicher Konzepte sind.

In Sachsen-Anhalt wurden im Rahmen der Erstellung eines Luftreinhalteplanes Waldschäden mit Hilfe von Luftbildern aus dem Jahr 1992 kartiert.

Niedersachsen führt in diesem Jahr nach vorausgegangenen Luftbildauswertungen 1984 und 1988 eine flächendeckende Zustandserfassung der Wälder des Harzes auf Basis von CIR-Luftbildern durch. 1993 wurde das Waldgebiet des Sollings mittels Luftbilder ausgewertet.

Hessen führte 1986 eine CIR-Luftbild-Streifenbefliegung in Nord-Süd-Richtung mit 8 km Streifenabstand zwischen den Flugachsen durch. Das Bildmaterial wurde darüber hinaus für betriebsbezogene Waldschadensinventuren ausgewählter hessischer Forstämter genutzt.

In Baden-Württemberg erfolgte eine Befliegung im Jahr 1983 nach oben genanntem Schema. Eine ausführliche Dokumentation liegt vor. Weiterhin existieren in Baden-Württemberg regionale Schadenserhebungen auf CIR-Luftbildbasis.

3.2 Satellitenaufnahmen

Für die Forstwirtschaft können Erderkundungssatelliten von großer Bedeutung sein. Sie erfassen mittels sogenannter Scanner aus einer Höhe von 700 bis 900 km die Erdoberfläche in ca. 16- bis 26tägigem Abstand.

Ein Scanner mißt für einen Ausschnitt der Erdoberfläche (Bildpunkt, z.B. 30 x 30 m) die Intensität einer Strahlung in mehreren eng umgrenzten Wellenlängenbereichen des Lichtes. Die Baumarten strahlen das Licht in den verschiedenen Wellenlängenbereichen in charakteristischen Intensitäten ab. Aus den Scanner-Daten werden diejenigen Strahlungstypen oder -muster herausgefiltert, die ein gewünschtes Merkmal wiedergeben (z.B. eine bestimmte Bodennutzung, einen Waldtyp oder einen Schädigungsgrad). Die Bildpunkte werden dann i.d.R. mit Hilfe rechnergestützter Verfahren einem Merkmal zugeordnet. Die Klassifizierungsgenauigkeit kann erhöht werden, wenn die Satellitendaten mit – in digitaler Form vorliegenden – weiteren Informationen (z.B. topographischen Daten) verknüpft werden.

Radarsysteme strahlen elektromagnetische Wellen vom Flugkörper zur Erdoberfläche aus und registrieren die von dort reflektierten Wellen. Durch dieses aktive System ist der Einsatz von Tageszeit und von Wetterverhältnissen unabhängig. Das Verfahren ist für ein Biomonitoring derzeit nicht einsetzbar, weil es biologische Zustände nicht erfaßt. Für die Zukunft werden jedoch aus der Weiterentwicklung von Radarsystemen neue Impulse auch für die Anwendung von Satellitendaten im Forstbereich erwartet.

Vorzüge der satellitengestützten Waldzustandskartierung sind v. a. die dauerhafte Dokumentation von Informationen sowie die Möglichkeit, Aussagen über den Zustand von großen Flächen und – auch nachträglich durch Auswertung mehrerer Bildjahrgänge – über deren Entwicklung treffen zu können. Entscheidender Nachteil bei der Anwendung von Satellitenbildern für eine Waldschadenserhebung sind die Schwierigkeiten bei der Interpretation von vielgestaltig strukturierten Beständen (z.B. Mischung von Baumarten und Altersstufen). Daher stellt die satellitengestützte Waldschadenserhebung vor allem eine zusätzliche Informationsquelle dar, die jedoch das terrestrische Verfahren nicht ersetzen kann.

Anwendung des Verfahrens

In Brandenburg und Berlin wurde 1993 die Interpretation digitaler Satellitendaten zur flächendeckenden Momentaufnahme des Zustandes der Hauptbaumart Kiefer durchgeführt und soll in 5–10jährigen Abständen wiederholt werden.

In Bayern wurde versuchsweise in 4 Bereichen eine großräumige Waldkartierung mit Satellitendaten von 1984 vorgenommen.

Die Sächsische Landesanstalt für Forsten, die bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und die Gesellschaft für angewandte Fernerkundung (GAF) erarbeiten ein Verfahren zur Waldzustandserhebung mit Hilfe von Satellitendaten. Untersuchungsgebiete sind das Erz- und das Fichtelgebirge.

In Niedersachsen wurde mit Satellitendaten aus dem Jahre 1988 ein Teil der Waldbestände des Harzes ausgewertet.

3.3 Dauerbeobachtungsflächen

Die Waldzustandsüberwachung auf repräsentativ ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen ergänzt die Waldschadenserhebung anhand systematisch ausgewählter Stichprobenbäume durch intensivere und aufwendigere Untersuchungen. Diese umfassen Kronenzustandsansprachen, Boden- und Nadel/Blatt-Analysen, Depositions- und Zuwachsmessungen, die Erhebung meteorologischer Parameter und – in Abhängigkeit von der jeweiligen Untersuchungskonzeption – ggf. weitere Untersuchungen (z.B. der Bodenvegetation).

Dauerbeobachtungsflächen dienen insbesondere der Analyse von Veränderungen der Umweltbedingungen (z.B. Schadstoffeintrag) und deren Auswirkun-

gen auf Waldökosysteme, der Ursachenerkennung und der Ableitung von Empfehlungen an Politik (z. B. Luftreinhaltung) und forstliche Praxis. Die auf den Dauerbeobachtungsflächen gewonnenen Erkenntnisse dienen auch als Grundlage zur Interpretation der Ergebnisse der Waldschadenserhebung.

Von den Dauerbeobachtungsflächen der Länder, die z. T. bereits Ende der 70er Jahre im Rahmen der Waldschadensforschung eingerichtet wurden, werden etwa 86 Flächen in das europäische Dauerbeobachtungsflächenprogramm von EU und UN/ECE eingebracht (vgl. Kap. 2.3).

4.0 Ursachen der neuartigen Waldschäden – Ergebnisse der Waldschadensforschung [8])

Ausgehend von dem starken Anstieg der Waldschäden in den frühen 80er Jahren haben Bund und Länder im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rettet den Wald" mit der Förderung einer umfangreichen Waldschadensforschung zur Untersuchung der Ursachen und Wirkungsmechanismen der neuartigen Waldschäden begonnen (vgl. hierzu auch Abschnitt 4.3). An der mittlerweile mehr als zehnjährigen intensiven Forschungsarbeit zum Problem der „Neuartigen Waldschäden" waren viele Disziplinen der Wissenschaftsbereiche Biologie, Meteorologie, Geowissenschaften und Forstwissenschaften beteiligt. Der deutschen Forschung ist es in diesem relativ kurzen Zeitraum gelungen, wesentliche Fragen sowie Ursache-Wirkungsbeziehungen aufzuklären. Sie hat damit wichtige Impulse gegeben und Grundlagen für umweltpolitische Entscheidungen erarbeitet.

Hypothesen, daß die neuartigen Waldschäden ausschließlich durch Schädlinge oder pathogene Mikroorganismen (z. B. Pilze, Viren, Bakterien) verursacht würden, erwiesen sich als nicht haltbar. Obwohl zur Lebensgemeinschaft der Waldökosysteme eine Vielzahl von auch pathogenen Mikroorganismen gehört, konnten keine gefunden werden, auf die das Phänomen der Waldschäden ursächlich zurückgeführt werden kann. Auch elektromagnetische Wellen konnten als Ursache der neuartigen Waldschäden wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden.

Die neuartigen Waldschäden werden vielmehr durch eine Vielzahl von biotischen und abiotischen Faktoren verursacht, die in der Summe und – an den einzelnen Standorten – mit unterschiedlichem Gewicht zusammenwirken. Anthropogene Luftverunreinigungen aus Industrieanlagen, Kraftwerken, Verkehr, Haushalten, Kleinverbrauch und Landwirtschaft spielen eine Schlüsselrolle. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3), die auf zweifache Weise auf den Organismus wirken; einerseits direkt auf die oberirdischen Pflanzenorgane, andererseits indirekt über den Eintrag von Säuren, Sulfat, Nitrat und Ammonium in den Boden.

[8]) Weitere Informationen zu diesem Themenbereich enthält die Broschüre des Bundesministeriums für Forschung und Technologie: „10 Jahre Waldschadensforschung – Bilanz und Ausblick", 1992.

Die Vielfalt der Zusammenhänge und die räumlich sehr stark wechselnden Standorts-, Bestandes-, Bewirtschaftungs- und Belastungsfaktoren führen an Bäumen sowie an den Waldökosystemen zu sehr unterschiedlichen Schadsymptomen und -verläufen.

4.1 Oberirdischer Wirkungspfad: Einwirkung von Schadgasen auf die Blattorgane

Unter dem oberirdischen Wirkungspfad wird die direkte Einwirkung von Schadgasen auf oberirdische Pflanzenteile verstanden. Diese Gase dringen v. a. über die Spaltöffnungen (Stomata) der Blattorgane in die Pflanzen ein.

- **Schwefeldioxid** (SO_2) verursacht – in Abhängigkeit von Höhe und Einwirkungsdauer der Konzentrationen sowie von Ernährungszustand und Vitalität des Baumes – Beeinträchtigungen der Photosynthese, die neben Vergilbungen auch zu Nadel-/Blattverlusten führen können. Die von extrem hohen SO_2-Emissionen aus sächsischen Industrieanlagen bereits im 19. Jahrhundert verursachten Schäden gingen als sog. Rauchgasschäden oder Rauchschäden in die Literatur ein. In den alten Ländern werden direkte Schadwirkungen von SO_2 (im Sinne der Rauchschäden) heute allenfalls noch in Ausnahmefällen beobachtet. In den neuen Ländern sind sie jedoch – v. a. im Erzgebirge – noch vorhanden.

  Auch geringe SO_2-Konzentrationen bleiben nicht ohne Wirkung. Von Bedeutung ist dabei insbesondere ihre Wechselwirkung mit anderen Prozessen. Zum Beispiel fördert das als Ammoniumsulfat auf den Nadel-/Blattoberflächen abgesetzte SO_2 Nährstoffungleichgewichte in der Pflanze. Gleichzeitig wird die SO_2-Empfindlichkeit von Pflanzen infolge von Nährstoffmangel erhöht.

- **Stickstoffoxiden** (NO_x) kommt bei den neuartigen Waldschäden eine besondere Bedeutung zu. Einerseits sind sie eine wichtige Vorläufersubstanz für bodennahes, pflanzenschädigendes Ozon[9]). Andererseits wirken sie auf Pflanzen bzw. Bäume

[9]) Hiermit ist die Einwirkung des Ozons in den bodennahen Luftschichten auf die Pflanzen gemeint, nicht aber die schwindende Schutzwirkung des Ozons in der Stratosphäre gegen die pflanzenschädigende UV-Strahlung („Ozonloch").

auch direkt ein: Die Pflanze nimmt NO_x über ihre Blattorgane auf und nutzt den darin enthaltenen Stickstoff als Nährstoff. Akute Beeinträchtigungen der Photosynthese durch NO_x treten jedoch erst bei sehr hohen Konzentrationen auf, wie sie in Waldgebieten kaum vorkommen. Die NO_x wirken somit i.d.R. wie „Blattdünger". Das dadurch angeregte Pflanzenwachstum erhöht den Bedarf an anderen Nährstoffen (insbes. Magnesium). Auf vielen Waldstandorten stehen diese für ein verstärktes Pflanzenwachstum notwendigen Nährstoffe jedoch nicht ausreichend zur Verfügung, so daß die Aufnahme von NO_x dann zu Nährstoffungleichgewichten und sog. induziertem Nährstoffmangel führt. Die Folge der Stickstoffeinträge ist – trotz eines gesteigerten Holzzuwachses – eine höhere Anfälligkeit der Bäume gegen andere Streßfaktoren (z. B. Trockenheit, Fröste) und Schadeinwirkungen (z. B. durch Immissionen, Pilze, Insekten).

– Auch **Ammoniak** (NH_3) wirkt – wie NO_x – bei geringen Konzentrationen wachstumsfördernd auf Pflanzen. Dabei trägt es ebenfalls zur Entstehung von Nährstoffungleichgewichten und zu erhöhter Anfälligkeit der Bäume gegen Streßfaktoren bei. Bei höheren Konzentrationen hemmt es die Photosynthese, bei sehr hohen Konzentrationen führt es zu Schädigungen an den Blattorganen. NH_3 ist äußerst reaktionsfreudig, so daß sich ca. 30 % des emittierten NH_3, je nach atmosphärischen Bedingungen ein noch wesentlich größerer Prozentsatz, in der Luft innerhalb einer Stunde zu Ammoniumverbindungen (NH_4) umwandeln, die dem Ferntransport unterliegen. Ammoniak tritt daher vorwiegend im Nahbereich von Emittenten auf.

– **Flüchtige organische Verbindungen** (VOC, z. B. Propan, Benzol, Formaldehyd, Aceton) sind – wie NO_x – einerseits Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon; andererseits können auch sie direkte Wirkungen an Pflanzen verursachen: so wurde z. B. in geschädigten Bäumen die Anreicherung von Trichloressigsäure (einer Verbindung, die den Stoffwechsel beeinträchtigt) festgestellt. Allerdings stößt die Forschung hier auf die Grenzen der derzeitigen Meßtechnik. Auch sind angesichts der Vielzahl der den VOC zuzurechnenden Verbindungen noch Fragen offen.

– **Bodennahes Ozon** (O_3) entsteht unter Einfluß von ultravioletter Sonnenstrahlung aus NO_x und VOC. Auch Ozon beeinträchtigt die Photosynthese und führt darüber hinaus zu weiteren Wirkungen an Pflanzen: So konnte ein „Ozongedächtnis" nachgewiesen werden, d. h. Nadeln, die einer erhöhten Ozonkonzentration ausgesetzt waren, zeigen im Folgejahr eine erhöhte Ozon-Empfindlichkeit. Außerdem gibt es Hinweise, daß Ozoneinwirkung in der vorhergehenden Vegetationsperiode später zu einer höheren Empfindlichkeit gegen Frosttrocknis führt.

4.2 Unterirdischer Wirkungspfad: Eintrag von Schadstoffen in den Waldboden

Unter dem unterirdischen Wirkungspfad wird die durch den Eintrag von Schadstoffen in den Waldboden verursachte Schädigung von Waldökosystemen verstanden.

Die Bäume kämmen aufgrund der großen Oberfläche ihrer Kronen Luftschadstoffe aus der Atmosphäre aus. Die Schadstoffeinträge (Depositionen) in Wälder sind daher unter Laubbaumbeständen 1,5- bis 2mal, unter Fichtenbeständen bis zu 3- bis 4mal so hoch wie die im Freiland gemessenen Werte (vgl. Abschnitt 5.14).

Die Waldschadensforschung hat gezeigt, daß den Schadstoffdepositionen eine besondere Bedeutung zukommt. So klingt die oberirdische Wirkung von Schadgasen im allgemeinen sofort ab, wenn deren Konzentrationen – z. B. aufgrund gesetzgeberischer Maßnahmen – verringert werden. Beim unterirdischen Wirkungspfad handelt es sich jedoch um einen kumulativen Effekt, d. h. die Schadstoffe reichern sich im Laufe der Jahre im Boden an und führen zu Veränderungen der Stoffgehalte, der Puffer- und Sorptionsfähigkeit sowie der biologischen Eigenschaften der Böden, die lange nachwirken und teilweise irreversibel sind. Auch wenn die Deposition von weiteren Schadstoffen umgehend eingeschränkt wird, bleibt die Wirkung der bereits eingetragenen noch längere Zeit erhalten.

Für die Waldböden sind v. a. versauernde und düngende Wirkungen von Stoffeinträgen von Bedeutung:

– **Säureeinträge**: Insbesondere die Einträge von Sulfatschwefel, Nitrat- und Ammoniumstickstoff führen zu erheblichen Säurebelastungen in den Waldböden (vgl. Abschnitt 5.14). Die wesentliche Wirkung dieser Einträge ist die anhaltende Versauerung der Böden und damit teilweise auch des Grund- und Quellwassers, die inzwischen in Europa nachgewiesen wurde. Mit der Versauerung einher geht die Auswaschung von Nährstoffen (insbesondere von Kalzium, Magnesium und Kalium). Dadurch kommt es zu Nährstoffungleichgewichten und zu einer Destabilisierung der betroffenen Waldökosysteme. Gleichzeitig führt sie zu einer Freisetzung von toxischen Metallverbindungen, wobei Aluminium-Ionen für Wurzelschäden insbesondere im Unterboden verantwortlich gemacht werden. Als Folge der Säureeinträge verlagern die Bäume ihre Wurzelaktivität in die oberen Bodenhorizonte; sie werden damit anfälliger gegen Trokkenheit, Sturm und Nährstoffmangel.

– **Stickstoffeinträge**: Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts begrenzte Stickstoffmangel auf vielen Waldstandorten das Pflanzenwachstum. Auf diesen mit Stickstoff unterversorgten Standorten haben die Einträge von Nitrat und Ammonium zunächst das Pflanzenwachstum angeregt. Anhaltende Stickstoffeinträge führen jedoch auf mit anderen Nährstoffen schwach versorgten Standorten zu Nährstoffungleichgewichten und erhöhen so die Anfälligkeit der Bäume gegen andere Schadfaktoren. Ein überhöhtes Stickstoffangebot kann z. B. die Frostempfindlichkeit der Bäume erhöhen. Außerdem kann es die Nahrungsqualität für blatt-/nadelfressende Insekten verbessern und damit deren

Massenvermehrung begünstigen (vgl. Abschnitt 1.32).

Als Folge eines hohen Stickstoffangebots kann sich eine besonders vitale Bodenvegetation, die die Niederschlagsbilanz verschlechtert, bilden. Dies kann letztlich ganze Waldbereiche erheblich beeinträchtigen, wie dies derzeit für niederschlagsarme Kiefernstandorte Norddeutschlands befürchtet wird.

Nitrat und Ammonium sind außerdem an der Versauerung der Waldböden beteiligt. Nitrat, das auch bei der Umsetzung von Ammonium entsteht, kann in Verbindung mit anderen Pflanzennährstoffen aus dem Boden ausgewaschen werden (Nährstoffverarmung). Dies trägt zur Eutrophierung (Überdüngung) von Oberflächengewässern mit Nitrat bei. Außerdem können im Grundwasser, der für Deutschland bedeutendsten Trinkwasserressource, Nitratkonzentrationen entstehen, die zusätzliche Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich machen, um eine den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entsprechende Wasserqualität zu erreichen.

4.3 Zusammenfassende Bewertung der Forschungsergebnisse

Aus der Sicht der Waldschadens- und Waldökosystemforschung gibt es für die Wälder noch keine Entwarnung, denn sie sind nach wie vor erheblichen Belastungen, vor allem durch Luftschadstoffe aus dem In- und Ausland, ausgesetzt.

Schadstoffe werden mit der Luft sehr weit transportiert. Sie wirken nicht nur direkt auf Pflanzen, Tiere und Menschen, sondern verändern bereits in vielen Gebieten die Bodenverhältnisse und lösen damit indirekte Wirkungen (z. B. auf die Grundwasserqualität) aus. Sie verursachen in den Waldökosystemen erhebliche Veränderungen, die jedoch zunächst unsichtbar bleiben können. Die Schadstoffe reichern sich im Boden an und bleiben dort über längere Zeit wirksam, auch wenn keine weitere Deposition mehr stattfände.

Schwerwiegend sind in diesem Zusammenhang insbesondere Nährstoffverluste und Versauerungseffekte im Waldboden, Veränderungen in der Wurzeltracht der Bäume, Nitrat- und Schwermetallbelastungen im Wasser sowie Verschiebungen im Artenspektrum bis hin zur Artenverarmung.

Die direkte Wirkung von Luftschadstoffen wird häufig von wachstumsfördernden Impulsen begleitet und z. T. überlagert (insbes. durch Stickstoffeinträge). So ist zu beobachten, daß viele Wälder selbst bei verringerter Nadel-/Blattmasse heute stärker wachsen als noch vor 50 Jahren. Die Größenordnung der jährlichen Stickstoffeinträge (vgl. Abschnitt 5.14) überschreitet auf den meisten Standorten jedoch den Stickstoffverbrauch durch die Wälder bei weitem. Durch die fortgesetzt hohen Stickstoffeinträge sind bereits viele Waldökosysteme nicht mehr in der Lage, den von außen zugeführten Stickstoff in ihren Kreislauf einzubauen. Folglich geben sie den Überschuß wieder ab, u. a. als Nitrat in das Grundwasser (Beeinträchtigung der Rohwasserqualität). Gleichzeitig führen Nährstoffauswaschung und Bodenversauerung zu den schon mehrfach erwähnten Nährstoffungleichgewichten, was zusätzlich zur Destabilisierung der Waldökosysteme beiträgt.

Auch dies belegt die Notwendigkeit zur weiteren Verminderung von Schadstoffemissionen, insbesondere von Stickstoffverbindungen.

5.0 Maßnahmen der Bundesregierung gegen die neuartigen Waldschäden

Zur Bekämpfung der neuartigen Waldschäden hat die Bundesregierung bereits 1983 das Aktionsprogramm „Rettet den Wald" beschlossen. Zu den wesentlichen Elementen zählen

- eine konsequente Politik der Luftreinhaltung auf nationaler und internationaler Ebene,
- die Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen (Bodenschutzkalkung, Vor-/Unterbau und Wiederaufforstung) im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes",
- die Förderung einer interdisziplinären Waldschadens- und Waldökosystemforschung durch Bund und Länder,
- die Überwachung der neuartigen Waldschäden durch jährliche Erhebungen sowie
- Maßnahmen zur Erhaltung der forstlichen Genressourcen.

5.1 Luftreinhaltung

5.11 Nationale Maßnahmen zur Minderung der Emissionen

Die Minderung der Schadstoffemissionen ist eine zentrale und vorrangige Aufgabe der Umweltpolitik der Bundesregierung, die hierbei dem Prinzip der Umweltvorsorge sowie dem Verursacher- und dem Kooperationsprinzip folgt. Weitere Fortschritte in der Luftreinhaltung erfordern die Nutzung des gesamten umweltpolitischen Instrumentariums. Auch in Zukunft kommt es darauf an, in Anwendung des Vorsorgeprinzips die Rechtsvorschriften kontinuierlich an neue naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Entwicklungen anzupassen und den aktuellen „Stand der Technik" in der Praxis zügig umzusetzen. Darüber hinaus werden zunehmend Instrumente im Vordergrund stehen, die über ordnungsrechtliche Gebote hinaus verstärkte Anstrengungen

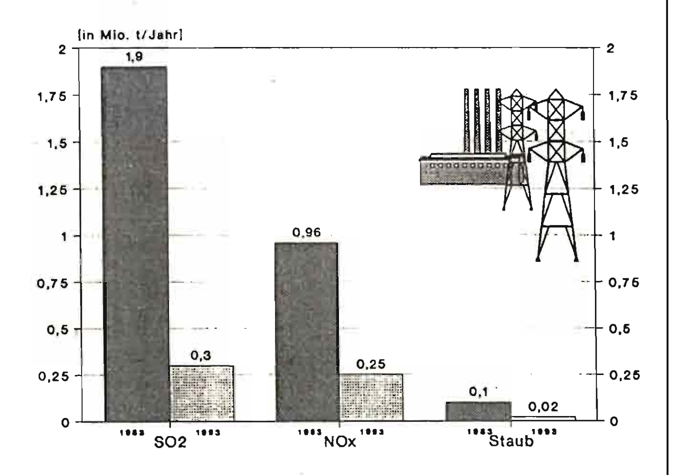
der Emittenten für eine Verbesserung der Luftqualität mobilisieren.

Durch den Einigungsvertrag wurden endgültig die rechtlichen Voraussetzungen für die Geltung und die Anwendung des bundesdeutschen Umweltschutzrechts in den neuen Ländern geschaffen. Um den Besonderheiten in den neuen Ländern, insbesondere der Vorbelastungssituation und der Verwaltungsstruktur, Rechnung zu tragen, wurden einige Rechtsvorschriften ergänzt bzw. finden mit entsprechenden Maßgaben (z. B. zum Teil noch laufende Übergangsfristen) Anwendung. Der Kernbereich dieser Regelungen war bereits auf Grundlage des Artikels 16 des Staatsvertrages über die Schaffung der Währungs-, Wirtschafts- und Sozialunion und das Umweltrahmengesetz der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) mit Wirkung vom 1. Juli 1990 im Gebiet der neuen Länder in Kraft getreten. Bei den übernommenen Vorschriften handelt es sich um die zentralen Regelungsbereiche des Umweltrechts der Bundesrepublik Deutschland, die damit gleichzeitig auch einen umfangreichen Bestand umweltrechtlicher Vorschriften der Europäischen Gemeinschaften indirekt überleiteten.

Graphik 14

Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den alten Ländern von 1983 bis 1993 (in Mio. t/Jahr).

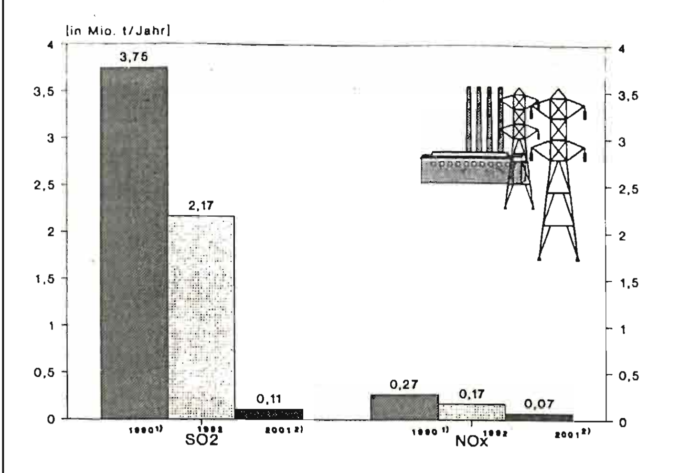
Die Angaben für 1993 beruhen auf einer Schätzung des Umweltbundesamtes



Bis zum Ablauf der Nachrüstungsfrist für Altanlagen wurden von den Unternehmen in den alten Ländern ca. 22 Mrd. DM für Umweltschutzinvestitionen ausgegeben (Entschwefelungs- und Entstickungsmaßnahmen) und damit die SO_2-Emissionen um 84 %, die NO_x-Emissionen um 74 % und die Staubemissionen durch einen sog. Mitnahmeeffekt der Rauchgasentschwefelung um 80 % verringert.

Graphik 15

Rückgang der Emissionen aus Großfeuerungsanlagen in den neuen Ländern von 1990 * bis 2001 ** (in Mio. t pro Jahr)



* Übernahme des Umweltrechts durch die neuen Länder
** Abschluß der Altanlagenregelung in den neuen Ländern
[1]) Quelle: Daten zur Umwelt 1992/93; Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1994
[2]) Schätzung des Umweltbundesamtes

Die wichtigste **Rechtsgrundlage** für Maßnahmen zur Luftreinhaltung ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz von 1974, zuletzt geändert 1994, mit u. a. folgenden wesentlichen anlagenbezogenen Rechts- und Verwaltungsvorschriften:

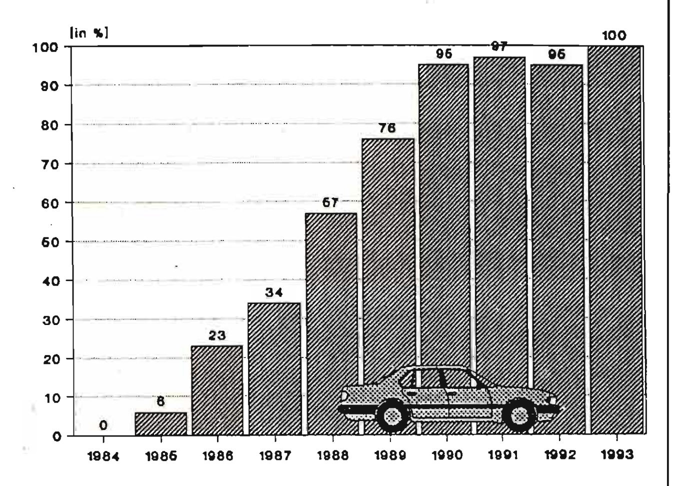
- Großfeuerungsanlagen-Verordnung (1983),
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (1986),
- Kleinfeuerungsanlagen-Verordnung (1988, zuletzt geändert 1994),
- Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (1990, zuletzt geändert 1991),
- Verordnungen zur Emissionsbegrenzung von Kohlenwasserstoffen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen sowie bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (1992).

Die wichtigsten **Schritte** zur Minderung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen:

- Von 1985 bis 1992 wurde der schadstoffarme Pkw durch steuerliche Anreize gefördert.
- Seit Januar 1993 müssen EU-weit alle neu zugelassenen Pkw mit Ottomotor strenge Abgasnormen erfüllen (schadstoffarmer Pkw). Hierzu ist derzeit die Ausstattung der Fahrzeuge mit dem geregelten Dreiwegekatalysator erforderlich (1. Stufe des Dreistufenplans der europäischen Abgasgesetzgebung für alle Kfz).

Graphik 16

Entwicklung des Anteils von Pkw mit Dreiwegekatalysator an den Neuzulassungen von Pkw mit Ottomotor



Die steuerliche Begünstigung des schadstoffarmen Pkw hat zu beachtlichen Erfolgen geführt; inzwischen sind rund

= 50 % aller zugelassenen Pkw mit Ottomotor mit einem geregelten Dreiwegekatalysator ausgerüstet,

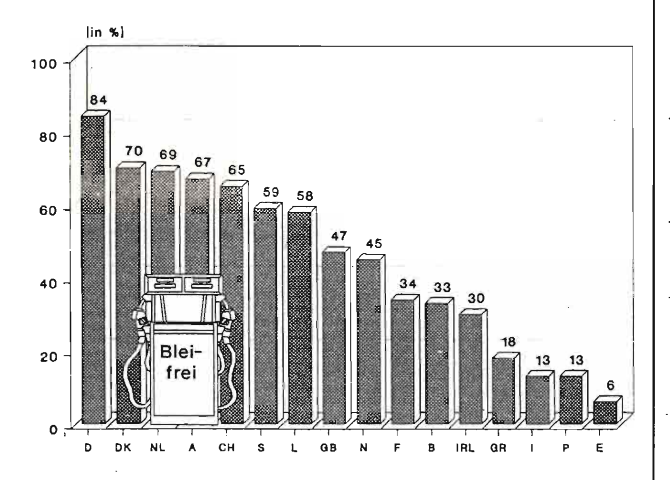
= 70 % des gesamten Pkw-Bestandes schadstoffreduziert (d. h. schadstoffarm bzw. bedingt schadstoffarm).

– 1985 wurde das bleifreie Benzin eingeführt.

– 1988 wurde verbleites Normalbenzin verboten.

Graphik 17

Anteil bleifreien Benzins am Gesamtabsatz von Ottokraftstoff im Jahresdurchschnitt 1992 in Westeuropa



Eng verbunden mit dem steigenden Anteil schadstoffarmer Autos ist der Absatz von bleifreiem Ottokraftstoff. Obwohl der Absatz in den neuen Ländern erst im Juli 1990 (Währungsunion) begann, liegt er dort seit etwa 1992 auf dem gleichen Niveau wie in den alten Ländern. In Deutschland waren Ende Mai 1994 etwa 92 % der verbrauchten Ottokraftstoffe bleifrei; dies ist EU-weit der höchste Anteil. Dadurch konnten die Bleiemissionen aus dem Verkehr in den alten Ländern gegenüber 1985 von ca. 4 000 t Blei auf etwa 1 000 t im Jahr 1991 verringert werden. Auch das bedeutet eine Entlastung für die Waldökosysteme.

– Im Juni 1993 haben die Bundesministerien für Verkehr und für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eine Verordnung erlassen, nach der alle neuen Omnibusse über 10 t und Lkw über 12 t mit einem Geschwindigkeitsbegrenzer (Busse: 100 km/h, Lkw: 85 km/h) ausgerüstet sein müssen; ältere Fahrzeuge mit Zulassung nach dem 1. Januar 1988 sind nachzurüsten. Dies dient in erster Linie der Verkehrssicherheit und führt darüber hinaus bei den Dieselmotoren der schweren Nutzfahrzeuge zu einer merklichen Minderung der Stickoxidemissionen.

– Im Juli 1993 hat die Bundesregierung eine Verordnung nach § 40 Abs. 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes verabschiedet, in der Konzentrationswerte für Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß in der Luft festgelegt sind. Beim Erreichen dieser Konzentrationswerte sind die zuständigen Behörden gehalten zu prüfen, ob verkehrsbeschränkende Maßnahmen in bestimmten Gebieten oder auf bestimmten Straßen unter Berücksichtigung der Verkehrsbedürfnisse und der städtebaulichen Belange zur Verminderung schädlicher Einwirkungen auf die Umwelt notwendig sind. Eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift mit bindenden Vorgaben für die Ermessensausübung durch die Straßenverkehrsbehörden zur Durchführung vor Ort wird zur Zeit vorbereitet. Die Verordnung und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift sollen zusammen verkündet werden.

– Seit Oktober 1993 gelten in der EU deutlich verschärfte Abgasnormen für Lkw; sie werden in der 2. Stufe des o.g. Dreistufenplans, die am 1. Oktober 1996 in Kraft treten wird, weiter verschärft.

– Seit Dezember 1993 gilt die Abgasuntersuchung (AU) – mit wenigen Ausnahmen für bestimmte Spezialfahrzeuge – für alle Kfz.

– Im April 1994 wurde eine emissionsbezogene Kfz-Steuer für Lkw über 3,5 t eingeführt.

– Ab 1. Oktober 1996 wird EU-weit schwefelarmer Dieselkraftstoff mit max. 0,05 Gew.% Schwefel eingeführt. Um dies am deutschen Markt zu beschleunigen, ist am 28. Januar 1994 die neue Kraftstoffqualitätsverordnung in Kraft getreten, durch die eine optionale Auszeichnung von schwefelarmem Dieselkraftstoff bereits zum 1. Oktober 1994 möglich wurde. Die deutsche Mineralölindustrie hat versichert, daß die Umstellung auf schwefelarmen Dieselkraftstoff bis zum Herbst 1995 weitgehend abgeschlossen sein wird.

Durch diese Maßnahmen konnte u. a. eine dem gestiegenen Verkehrsaufkommen entsprechende Zunahme der NO_x-Emissionen verhindert werden. So zeigen neuere Berechnungen des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, daß aufgrund der Einführung des Katalysators inzwischen eine Abnahme der NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr zu verzeichnen ist (Abnahme 1993 gegenüber 1990 um 4,5 %).

Zur Begrenzung bzw. weiteren Verringerung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen werden darüber hinaus auch folgende Maßnahmen der Bundesregierung beitragen:

- Der Bundesverkehrswegeplan 1992 hat eine stärkere ökologische Orientierung in der Verkehrspolitik eingeleitet: Erstmalig liegen die Investitionen des Bundes für die Eisenbahn höher als die für die Straße. Die für die umweltfreundlicheren Verkehrsträger Eisenbahn und Binnenschiff vorgesehenen Investitionen erreichen damit 55 %. Außerdem entfallen von den 17 „Verkehrsprojekten deutsche Einheit" neun auf Eisenbahnbaumaßnahmen, eine auf Wasserstraßenbau und sieben auf Straßenbaumaßnahmen. Vor allem aus Gründen des Umweltschutzes fördert die Bundesregierung den Ausbau des sog. Kombinierten Verkehrs (KV); er ist ein wesentliches Element zur Verlagerung eines Teils des Straßengüterfernverkehrs auf die Schiene. Allein 1993 wurde der KV mit 131 Mio. DM für Investitionen gefördert. Im Bundesverkehrswegeplan sind für KV-Umschlaganlagen der Deutschen Bahn AG 4,1 Mrd. DM vorgesehen.
- Das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) stellt den Ländern erhebliche Finanzmittel zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden zur Verfügung. In den Jahren 1993 bis 1996 sind jährlich 6,28 Mrd. DM für Fördermaßnahmen nach dem GVFG vorgesehen. Zum überwiegenden Teil kommen diese Mittel Investitionen zur Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) zugute. Damit sollen Voraussetzungen für eine gute ÖPNV-Alternative geschaffen werden, um den Zuwachs des motorisierten Individualverkehrs in Grenzen zu halten. Ausdrücklich werden im GVFG Umsteigeparkplätze zur Verringerung des motorisierten Individualverkehrs zum Fördergegenstand erklärt.

  Auch öffentliche Verkehrsflächen für in Bebauungsplänen ausgewiesene Güterverkehrszentren können nach dem GVFG gefördert werden.
- Zur Vermeidung bzw. Regulierung von Verkehrsaufkommen fördert die Bundesregierung den Einsatz moderner Systeme der Datenerfassung, der Kommunikations-, Leit- und Informationstechnik durch die Entwicklung eines integrierten, d. h. alle Verkehrsträger umfassenden Telematikkonzeptes.

  Auch für die Senkung umweltrelevanter Emissionen könnte die Telematik Beiträge leisten. Verkehr kann bereits dann vermieden werden, wenn durch den Einsatz von Telematik eine bessere Ausnutzung der Infrastruktur sowie eine Vernetzung und Verknüpfung der Verkehrssysteme erreicht wird. Telematik kann auch zur Verkehrsverlagerung beitragen. Dadurch kann der Anteil umweltgerechter Verkehrsmittel am Beförderungsvolumen erhöht werden. Darüber hinaus könnte mit Telematik ein Road-Pricing-System verwirklicht werden.

Neben dem Anlagen- und dem Verkehrsbereich ist die Landwirtschaft eine weitere wesentliche Quelle von umweltrelevanten und die Wälder belastenden Emissionen. Vor allem ihre Ammoniak-Emissionen tragen in einigen Gebieten erheblich zum Entstehen von Waldschäden bei. Allerdings wird die von Bund und Ländern mit Blick auf eine umweltverträgliche landwirtschaftliche Produktion verfolgte Agrarpolitik zu einer Verringerung des Beitrages der Landwirtschaft an den neuartigen Waldschäden führen. In diesem Zusammenhang sind v. a. folgende Maßnahmen wichtig:

- Beratung der landwirtschaftlichen Betriebe zu umweltgerechter landwirtschaftlicher Produktion; im Mittelpunkt stehen dabei v. a.
  = eine pflanzenbedarfs- und standortgerechte Düngung,
  = eine bedarfsangepaßte Tierernährung (Vermeiden überhöhter Proteinzufuhr durch eine auf den Nährstoffbedarf ausgerichtete Futterzusammensetzung und Fütterung (z. B. Phasenfütterung) zur Erhöhung der Verwertungsrate der eingesetzten Futternährstoffe) und
  = eine emissionsarme Güllelagerung und -ausbringung.
- Berücksichtigung der Erfordernisse des Umweltschutzes durch die Flächenbindung der Tierhaltung im Rahmen der Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie in nationales Recht (noch zu verabschiedende Düngeverordnung), der einzelbetrieblichen Investitionsförderung bei Investitionen in der Tierproduktion und der Gewährung der Preisausgleichsprämien für männliche Rinder aufgrund der EU-Agrarreform (Kriterien sind u. a.: Tierbesatz in der Endstufe (ab 1996) von max. 2,0 GV[10])/ha, betriebseigene Futterproduktion, Güllelagerkapazität für mind. 6 Monate). Die einzelbetriebliche Investitionsförderung bezieht sich in diesem Zusammenhang vor allem auf emissionsmindernde Maßnahmen bei der Stallklimagestaltung sowie auf Maßnahmen bei der Lagerung und Ausbringung von Fest- und Flüssigmist (Behälterabdeckung oder bodennahe Flüssigmistausbringung).
- Gezielte finanzielle Förderung umweltschonender Produktionsverfahren bei gleichzeitiger Anpassung der Agrarproduktion an die Markterfordernisse durch Extensivierung und Erstaufforstung im Rahmen der flankierenden Maßnahmen[11]) zur

---

[10]) GV = Großvieheinheit; für die einzelnen Tierarten berechnet nach einem bestimmten Schlüssel unter Zugrundelegung des Lebendgewichts. Z. B. entsprechen einer GV: ein Rind (über 2 Jahre) oder etwa sechs Mastschweine (über 50 kg) oder zehn Schafe (über 1 Jahr).

[11]) Verordnung (EWG) 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren; Verordnung (EWG) 2080/92 des Rates vom 30. Juni 1992 zur Einführung einer gemeinschaftlichen Beihilferegelung für Aufforstungsmaßnahmen in der Landwirtschaft.

EU-Agrarreform, ergänzt durch gebietsspezifische Länderprogramme.

Daraus sowie aus der Umstrukturierung der Landwirtschaft in den neuen Ländern ergab sich beim Absatz an Stickstoff aus Handelsdüngern ein deutlicher Rückgang sowohl insgesamt als auch je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche. Unter Einbeziehung der neuen Länder verringerte sich der jährliche Verbrauch an Stickstoff aus Handelsdüngern im Vergleich der Wirtschaftsjahre 1987/88 und 1993/1994 um ca. 34 % bzw. 0,8 Mio. t Stickstoff.

Umstrukturierungen in der Landwirtschaft haben zu einer Verringerung der Tierbestände in Deutschland um 20 % (in den alten Ländern um 7 % und den neuen Ländern um 52 %) von 19,1 Mio. GV (1989) auf 15,1 Mio. GV (1993) und damit der NH_3-Emissionen aus der Tierhaltung geführt. 1993 wurden somit etwa 120 000 t bis 148 000 t NH_3 weniger emittiert als im Jahr 1989.

Die Umstellung auf eine umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion wird durch eine verstärkte Berücksichtigung von Umweltaspekten im landwirtschaftlichen Fachrecht (z. B. Düngemittelrecht, Pflanzenschutzrecht, Futtermittelrecht) unterstützt. Außerdem tragen hierzu die von den Agrarministern der Länder am 1. Oktober 1993 erweiterten Grundsätze ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung bei.

Neben dem landwirtschaftlichen Fachrecht prägen auch andere umweltrelevante Rechtsbereiche (z. B. Wasserrecht, Abfallrecht und Immissionsschutzrecht) zunehmend den rechtlichen Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion.

5.12 Maßnahmen im internationalen Bereich

Luftverunreinigungen sind grenzüberschreitend. Daher sind aus ökologischen, aber auch aus ökonomischen Gründen gemeinsame Anstrengungen der Staaten zur Luftreinhaltung erforderlich. Für Deutschland ist internationale Umweltpolitik nicht zuletzt auch ein Gebot weltweiter Solidarität. In diesem Zusammenhang sind insbesondere folgende internationale Vereinbarungen von Bedeutung:

Die Bundesrepublik Deutschland hat die **Genfer Luftreinhaltekonvention** (Übereinkommen vom 13. November 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung) gemeinsam mit 32 Staaten unterzeichnet. Die Vertragsstaaten haben sich dazu verpflichtet, Luftverunreinigungen soweit wie möglich zu verringern. Die Verpflichtungen im einzelnen sind in spezifischen Protokollen enthalten:

- Im sogenannten **Helsinki-Protokoll** (1985) – für die Bundesrepublik Deutschland seit 1987 in Kraft – haben sich 21 Staaten verpflichtet, ihre jährlichen nationalen **Schwefeldioxidemissionen (SO_2)** bis spätestens 1993 um mindestens 30 % gegenüber dem Niveau von 1980 zu reduzieren. Dieses Ziel wurde in den alten Ländern der Bundesrepublik Deutschland bereits 1990 mit 70 % weit übertroffen. Insgesamt war in Deutschland bereits 1992 eine Reduktion um 53 % erreicht worden.

  Auch die meisten anderen Staaten der UN/ECE haben ihre SO_2-Emissionen beträchtlich verringert: Sie lagen 1990 in den europäischen Staaten insgesamt um ca. 30 % unter den Werten von 1980 (vgl. Übersicht 11).

- Ein das Helsinki-Protokoll ablösendes, noch zu ratifizierendes neues Protokoll, das eine weitere Senkung der SO_2-Emissionen beinhaltet, wurde im Juni 1994 von 25 UN/ECE-Mitgliedstaaten und der EU in **Oslo** unterzeichnet. Das neue **SO_2-Protokoll** tritt 90 Tage nach Hinterlegung der 16. Ratifikationsurkunde in Kraft.

  Die wichtigsten Verpflichtungen dieses Protokolls sind:

  1. Reduzierung der Schwefelemissionen, um langfristig die Einhaltung der im Protokoll angegebenen sog. kritischen Belastungswerte soweit wie möglich zu erreichen.

     Die mittels international abgestimmter Methoden im Rahmen von EMEP[12]) ermittelten kritischen Belastungswerte (critical loads) sind definiert als eine quantitative Schätzung der Exposition gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen, unterhalb derer nach dem heutigen Wissensstand keine bedeutenden schädlichen Auswirkungen auf bestimmte empfindliche Teile der Umwelt auftreten. Mit diesem Protokoll wird erstmals in einem völkerrechtlich verbindlichen Regelwerk die Empfindlichkeit der vom Stoffeintrag betroffenen Ökosysteme zum Maßstab für die erforderlichen Emissionsminderungen genommen. Tatsächlich überschreiten die Depositionen derzeit in weiten Teilen Mitteleuropas immer noch die berechneten kritischen Belastungswerte. Besonders hoch sind diese Überschreitungen in Mittelengland und im Süden der neuen Länder.

  2. Verbindliche Festlegung von individuellen Obergrenzen der Gesamt-Schwefelemissionen der Vertragsstaaten für die Jahre 2000, 2005 bzw. 2010. Danach ist Deutschland verpflichtet, seine Schwefelemissionen um 83 % bis zum Jahr 2000 und um 87 % bis zum Jahr 2005 gegenüber dem Niveau von 1980 zurückzuführen (1992 war bereits eine Reduktion um 53 % erreicht). Größenordnungsmäßig vergleichbare Reduzierungsraten wurden für Österreich, Dänemark, Finnland, Schweden, Niederlande, Frankreich und Belgien festgelegt. Die Reduzierungsraten der Staaten Mittel- und Osteuropas sind, gemessen an ihrer wirtschaftlichen Situation, überwiegend beachtlich hoch (sie bewegen sich beispielsweise für das Jahr 2005 zwischen 17 % für Kroatien und 65 % für die Slowakei).

  Daneben enthält das Protokoll verbindliche SO_2-Emissionsgrenzwerte für neue und mit gewissen Einschränkungen auch für bestehende Großfeuerungsanlagen, die im deutschen Recht bereits ent-

[12]) European Monitoring and Evaluation Programme; Programm über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa

Übersicht 11

Entwicklung der SO_2-Emissionen (Gesamt) in der UN/ECE von 1980 bis 1990

Land	SO_2-Emissionen [in kt SO_2/Jahr]		Veränderung	
	1980	1990	in kt	in %
Belgien	828	443	– 385	–46
Bulgarien	1 034	1 266[b]	+ 232	+22
CSFR (ehemalige)	3 100	2 443	– 657	–21
Dänemark	448	180	– 268	–60
Deutschland (vor dem 1. 10. 1990)	3 300[a]	1 000[a]	– 2 300	–70
DDR	4 350[a]	4 800[a]	+ 450	+10
Finnland	584	260	– 324	–55
Frankreich	3 338	1 260	– 2 078	–62
Griechenland	400	o. A.	o. A.	o. A.
Großbritannien	4 898	3 774	– 1 124	–23
Irland	222	168	– 54	–24
Island	6	o. A.	o. A.	o. A.
Italien	3 800	2 180[b]	– 1 620	–43
Jugoslawien	1 300	1 480	+ 180	+14
Luxemburg	24	o. A.	o. A.	o. A.
Niederlande	466	207	– 259	–55
Norwegen	140	54	– 86	–61
Österreich	390	90	– 300	–77
Polen	4 100	3 210	– 890	–22
Portugal	266	204[c]	– 62	–23
Rumänien	1 800	1 800[b]	± 0	± 0
Rußland (europ. Teil)	7 161	4 460	– 2 701	–38
Spanien	3 319	2 316	– 1 003	–30
Schweden	519	169	– 350	–67
Schweiz	126	62	– 64	–51
Türkei	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Ukraine	3 850	2 782	– 1 068	–28
Ungarn	1 632	1 010	– 622	–38
Weißrußland	740	596[b]	– 144	–19
Summe für Europa*	**51 711**	**36 214**	**–15 497**	–30
Kanada	4 614	3 700	– 914	–20
USA	23 400	21 200	– 2 200	– 9

Quelle: UN-UN/ECE, EB.AIR/R.66;
o. A. = ohne Angabe;
a = gemäß Daten zur Umwelt 1992/93, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1994;
b = 1989;
c = 1988;
* = vorläufig: ohne Griechenland, Island, Luxemburg und Türkei.

halten sind und von den deutschen Anlagen eingehalten bzw. unterschritten werden. Außerdem enthält das Protokoll Grenzwerte für den Schwefelgehalt in Gasölen, die den Anforderungen in der EU entsprechen. Ferner enthält das Protokoll ein deutlich verbessertes System zur Überwachung der Einhaltung der Verpflichtungen.

– Im sogenannten **Sofia-Protokoll** (1988) – für Deutschland seit 1991 in Kraft – haben sich 25 Staaten verpflichtet, die **Stickstoffoxidemissionen (NO_x)** bis 1994 auf den Stand von 1987 zurückzuführen. Deutschland und elf weitere Staaten haben sich darüber hinaus verpflichtet, ihre NO_x-Emissionen bis spätestens 1998 um 30 % zu sen-

ken. Deutschland wird dieses Ziel – nach heutigem Kenntnisstand – erreichen: Die gesamten NO_x-Emissionen (ohne Emissionen aus Hochseebunkerungen) gingen von 3,5 Mio. t NO_x im Bezugsjahr 1986 bis 1990 um ca. 14 % auf 3,0 Mio. t zurück.

Übersicht 12 zeigt die Entwicklung der NO_x-Emissionen in den UN/ECE-Staaten von 1987 bis 1990: Sie blieben in den europäischen Staaten in diesem Zeitraum insgesamt unverändert. Ihren Ausstoß wesentlich reduziert haben Deutschland, Polen, Spanien sowie Ungarn. Gleichzeitig stiegen sie in

Übersicht 12

Entwicklung der NO_x-Emissionen (Gesamt) in der UN/ECE von 1987 bis 1990

Land	NO_x-Emissionen [in kt NO_x/Jahr]		Veränderung	
	1987	1990	in kt	in %
Belgien	297	334	+ 37	+12
Bulgarien	150	156	+ 6	+ 4
CSFR (ehemalige)	1 008	987	– 21	– 2
Dänemark	305	283	– 22	– 7
Deutschland (vor dem 1. 10. 1990)	2 927	2 600 [a]	–327	–11
DDR	670	590 [a]	– 80	–12
Finnland	270	290	+ 20	+ 7
Frankreich	1 630	1 750	+120	+ 7
Griechenland	746 [d]	o. A.	o. A.	o. A.
Großbritannien	2 480 [c]	2 729	+249	+10
Irland	115	135	+ 20	+17
Island	12 [d]	o. A.	o. A.	o. A.
Italien	1 700	1 761 [b]	+ 61	+ 4
Jugoslawien	400	420	+ 20	+ 5
Luxemburg	19 [d]	o. A.	o. A.	o. A.
Niederlande	559	552	– 7	– 1
Norwegen	229	233	+ 4	+ 2
Österreich	227	222	– 5	– 2
Polen	1 530	1 280	–250	–16
Portugal	116	122 [c]	+ 6	+ 5
Rumänien	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Rußland (europ. Teil)	2 353	2 675	+322	+14
Spanien	950 [c]	839	–111	–12
Schweden	431	404	– 27	– 6
Schweiz	187	184	– 3	– 2
Türkei	o. A.	o. A.	o. A.	o. A.
Ukraine	1 090 [c]	1 097	+ 7	+ 1
Ungarn	276	238	– 38	–14
Weißrußland	287	236 [b]	– 24	– 8
Summe für Europa*	**20 187**	**20 114**	**– 43**	± 0
Kanada	1 887 [d]	1 923	+ 36	+ 2
USA	19 400	19 600	+200	+ 1

Quelle: UN-UN/ECE, EB.AIR/R.66;
o. A. = ohne Angabe;
a = gemäß Daten zur Umwelt 1992/93, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1994;
b = 1989;
c = 1988;
d = 1985
* = vorläufig: ohne Griechenland, Island, Luxemburg, Rumänien und Türkei.

einigen anderen Staaten deutlich an (z. B. Rußland, Belgien, Großbritannien).

- Zur Reduzierung der Emissionen an **flüchtigen organischen Verbindungen** (VOC) in West- und Osteuropa haben 21 Staaten der UN/ECE – einschließlich Deutschlands – 1991 in **Genf** ein weiteres Protokoll unterzeichnet. Darin haben sie sich verpflichtet, ihre VOC-Emissionen bis 1999 um mindestens 30 % zu verringern. Das zur Ratifikation des VOC-Protokolls notwendige Vertragsgesetz ist im September 1994 in Kraft getreten.

  Das Basisjahr für Deutschland ist 1988. Damals lagen die VOC-Emissionen (alte und neue Länder) bei 3,2 Mio. t. Aufgrund der von der Bundesregierung ergriffenen Maßnahmen werden nach Berechnungen des Umweltbundesamtes die VOC-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 1999 um etwa 40 % zurückgehen.

Weitere internationale Vereinbarungen bestehen zum **Schutz der Ozonschicht** (Wiener Übereinkommen von 1985, Montrealer Protokoll von 1987 und seine Verschärfungen durch die Londoner Konferenz im Juni 1990 und die Kopenhagener Konferenz im November 1992). Diese Vereinbarungen sind vor dem Hintergrund, daß die Freisetzung u. a. der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) zur Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht beiträgt, notwendig. Die sich aus einem Ozonabbau in der Stratosphäre ergebende erhöhte Einstrahlung von UV-B-Strahlung beeinträchtigt u. a. das Pflanzenwachstum. Außerdem tragen die FCKW trotz starkem weltweitem Emissionsrückgang noch erheblich zum Treibhauseffekt bei (vgl. Abschnitt 6.0).

Deutschland setzt sich auch im Rahmen der **Europäischen Union** für gemeinsame Lösungen zur Verbesserung der Luftqualität ein. Meilensteine auf diesem Weg sind:

- **EG-Richtlinien über Grenz- und Leitwerte der Luftqualität** bei den Schadstoffen SO_2 und Schwebstaub (1980), Blei (1982), NO_x (1985) und Ozon (1992); in der neuen Ozon-Richtlinie werden der Aufbau eines Meßnetzes und ab bestimmten Ozon-Konzentrationen eine Information und Warnung der Bevölkerung vorgeschrieben (umgesetzt durch die 22. Bundesimmissionsschutz-Verordnung [BImSchV]);
- **EG-Richtlinien mit der Verpflichtung** für die Mitgliedstaaten, ihre **SO_2- und NO_x-Emissionen** v. a. aus Kraftwerken und Industrie **zu begrenzen** (z. B. EG-Großfeuerungsanlagenrichtlinie von 1988, umgesetzt durch 13. BImSchV);
- **EG-Richtlinien zur** EU-weit verbindlichen **Einführung schadstoffarmer Pkw**, Nutzfahrzeuge, Motorräder und Mopeds in mehreren Stufen, beginnend mit dem Jahr 1993;
- **EG-Richtlinie zur** EU-weiten **Einführung periodischer Abgasuntersuchungen** bei Kfz seit 1993;
- **EG-Richtlinie zur Begrenzung von VOC-Emissionen bei der Lagerung von Ottokraftstoff** und seiner Verteilung von den Auslieferungslagern bis zu den Tankstellen (sog. Stufe-1-Richtlinie);
- Festlegung produktbezogener Regelungen (z. B. Richtlinie über den Schwefelgehalt von Gasöl, 1993);
- Vorbereitung einer **EU-weiten VOC-Lösemittel-Richtlinie** für Emissionen aus Industrieanlagen;
- Auf EU-Ebene sind weitere **Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltqualität der Ottokraftstoffe**, z. B. durch EU-weite Herabsetzung des Benzolgehaltes von derzeit 5 auf 1 Vol.-% vorgesehen. In Deutschland liegt der Benzolgehalt z. Z. bei 2,1 Vol.-%.

Darüber hinaus spielen bei der Verringerung grenzüberschreitender Schadstoffströme bilaterale Umweltabkommen v. a. mit mittel- und osteuropäischen Staaten eine wichtige Rolle.

5.13 Ergebnisse der Maßnahmen

– Emissionen –

Die Luftreinhaltung hat in Deutschland bereits ein hohes Niveau erreicht. Für die Verursachergruppen Energieerzeuger, Industrie, Haushalte, Kleinverbraucher, Landwirtschaft und Verkehr wurden Maßnahmen ergriffen, um den Ausstoß von Luftschadstoffen zu vermeiden bzw. zu vermindern und damit Schadursachen zu beseitigen.

Die hauptsächlich im Laufe der 80er Jahre getroffenen Maßnahmen zeigen im Anlagenbereich bereits deutlich spürbare und nachweisbar positive Wirkungen. So ist v. a. der Schadstoffausstoß aus stationären Anlagen erheblich zurückgegangen. Mit Wirksamwerden des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für die neuen Länder hat sich auch dort dieser positive Trend verstärkt (vgl. Graphik 14 und 15).

Seit Ende der achtziger Jahre wirkt sich die Einführung schadstoffreduzierter Pkw aus, so daß trotz steigender Verkehrsleistung ein Rückgang der Emissionen aus dem Verkehr bezüglich Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid und seit Anfang der 90er Jahre auch eine Minderung der verkehrsbedingten Emissionen von Stickstoffoxid zu verzeichnen ist.

Für **Ammoniak (NH_3)** liegen bisher keine flächendeckenden Messungen zur Erfassung der gesamten Emissionen vor. Ihre Größenordnung kann derzeit nur geschätzt werden. Nach Abschätzungen für das Jahr 1991 liegen die gesamten NH_3-Emissionen zwischen 0,54 und 0,66 Mio. t; der überwiegende Teil davon (80–90 %) stammt aus landwirtschaftlichen Quellen. Weitere Emissionsquellen sind u. a. Industrieprozesse und Feuerungsanlagen. Nach Hochrechnungen erreichten die gesamten NH_3-Emissionen 1985 mit einer Größenordnung zwischen 0,69 und 0,86 Mio. t ein Maximum und gingen bis 1991 um 21 bzw. 23 % zurück.

– Immissionen –

Die Immissionssituation bei **Schwefeldioxid** (SO_2) ist in den alten Ländern dadurch gekennzeichnet, daß die Jahresdurchschnittswerte der SO_2-Konzentrationen in den 80er-Jahren drastisch zurückgegangen

Übersicht 13

Entwicklung der Emissionen von Luftschadstoffen in der Bundesrepublik Deutschland (D) und der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) in Mio. t

	1980		1985		1989		1990			1991[1]			Abschätzung für das Jahr 2005[2] – Gesamt
	D	DDR	D	DDR	D	DDR	aBL[3]	nBL	Ges.	aBL	nBL	Ges.	
Staub	0,70	2,60	0,58	2,50	0,46	2,25	0,45	1,95	2,40	0,45	1,35	1,80	– 90 %
SO_2	3,30	4,35	2,50	5,40	1,05	5,30	1,00	4,80	5,75	1,00	3,55	4,55	–90 %
NO_x	3,10	0,54	3,10	0,60	2,75	0,65	2,60	0,59	3,15	2,65	0,49	3,15	–50 %
NMVOC[4]	2,70	0,67	2,60	0,71	2,35	0,77	2,30	0,76	3,05	2,25	0,74	3,00	–55 %

Quelle: Daten zur Umwelt 1992/93, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin, 1994; Zahlen gerundet, ohne natürliche Quellen

[1]) Vorläufige Angaben

[2]) Bezugsjahr: 1989; die Voraussetzungen, die dieser Abschätzung zu Grunde liegen, sind im 5. Bundesimmissionsschutzbericht (1992) auf S. 41 genannt.

[3]) aBL = alte Länder, nBL = neue Länder

[4]) flüchtige organische Verbindungen ohne Methan

sind. Die großräumige Belastung, wie sie vom Meßnetz des Umweltbundesamtes festgestellt wurde, ging dabei an der früheren Ostgrenze der Bundesrepublik um ca. 30–45 %, in den westlich gelegenen Landesteilen um bis zu 70 % zurück. Ähnliche Entwicklungen sind auch in den Ballungsräumen und Städten des früheren Bundesgebietes zu verzeichnen. So ging die mittlere Belastung des Rhein-Ruhr-Gebietes im Jahresmittel von rund 50 $\mu g/m^3$ auf ca. 30 $\mu g/m^3$ zurück; Jahresmittelwerte über 40 $\mu g/m^3$ treten seit 1989 nur noch ganz vereinzelt auf. Mittlerweile liegen die SO_2-Konzentrationen in den alten Ländern im Jahresdurchschnitt fast flächendeckend unter 25 $\mu g/m^3$ Luft.

Im früheren Bundesgebiet werden die Immissionswerte der TA-Luft bzw. die Grenzwerte der EU weit unterschritten. Selbst die strengen kritischen Konzentrationswerte (critical levels) der UN/ECE zum Schutz empfindlicher Ökosysteme werden im wesentlichen eingehalten.

Im Vergleich zu den alten Ländern war in dem Gebiet der ehemaligen DDR die SO_2-Immissionsbelastung extrem hoch. Die Belastungen in den Ballungsräumen der DDR lagen um ein Vielfaches über denen in den größeren Städten der alten Länder. Seit 1990 ist in den neuen Ländern ein erheblicher Rückgang der SO_2-Konzentrationen zu verzeichnen. Allerdings liegen die Jahresmittelwerte in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen noch großflächig zwischen 50 und 100 $\mu g/m^3$. Damit werden in diesen Regionen die kritischen Konzentrationswerte (criticel levels) zum Schutz von Ökosystemen noch überschritten.

Während extrem austauscharmer Wetterlagen oder bei Ferntransport aus Tschechien kann es in den genannten Ländern noch regional zur Überschreitung der Smogvorwarnstufe von 600 $\mu g/m^3$ (gemittelt über 3 Stunden) kommen.

Besonders in den Ballungsräumen wie z. B. Halle/Leipzig, Erfurt und Weimar wurden bis 1990 die SO_2- und Schwebstaub-Immissionswerte der TA-Luft weiträumig erheblich überschritten. 1991 wurden nur noch punktuell und 1992 keine Überschreitungen mehr festgestellt.

Die Immissionssituation bei den **Stickstoffoxiden** (NO_x) in den alten Ländern hat sich in den Jahren 1988 bis 1990 nicht wesentlich verändert. Nach wie vor ist daher im wesentlichen der verkehrsbeeinflußte Raum durch die NO_x-Belastung betroffen. In den Städten und Ballungsgebieten liegen die Jahresmittelwerte für NO_2 meist im Bereich von ca. 30–60 $\mu g/m^3$ und die 98-Perzentile[13]) bei 80–130 $\mu g/m^3$. In verkehrsbeeinflußten Bereichen ergeben sich Jahresmittel von ca. 50–70 $\mu g/m^3$ und 98-Perzentile von ca. 120–180 $\mu g/m^3$. Der Grenzwert der EG-NO_2-Richtlinie von 200 $\mu g/m^3$ als 98-Perzentile wurde wenige Male an einzelnen Meßstellen überschritten.

Auch in der DDR waren die bedeutendsten Quellen von NO_x-Emissionen die stationäre Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie der Kraftverkehr. Vor allem in den Großstädten setzte sich in den Jahren bis 1989 ein Trend zu höheren NO_x-Immissionswerten fort. Die NO_2-Jahresmittelwerte 1989 lagen außerhalb der Ballungsräume zwischen 6 und 20 $\mu g/m^3$, in den Ballungszentren zwischen 20 und 40 $\mu g/m^3$. Die bis 1989 registrierten NO_2-Werte lagen im allgemeinen niedriger als in den alten Ländern, was sicherlich auf Unterschiede im Verkehrsaufkommen und den verhältnismäßig geringen Bestand an Fahrzeugen mit Viertaktmotoren zurückzuführen war.

Eine Schlüsselrolle zur Veränderung der Immissionssituation bei den Stickstoffoxiden nimmt in den alten wie auch in den neuen Ländern die Entwicklung des Kfz-Verkehrs ein. In den alten Ländern wurde die durch den Vollzug der Großfeuerungsanlagen-Verordnung erzielte Minderung der Stickstoffbelastung durch Zunahme des Verkehrsaufkommens teilweise kompensiert. Ebenso wurde in den neuen Ländern der durch Betriebsstillegungen bedingte Rückgang der Stickstoffoxidemissionen durch die rasante Verkehrsentwicklung weitgehend ausgeglichen. Lagen bis 1989 in der DDR die registrierten Stickstoffoxid-Konzentrationen im allgemeinen deutlich niedriger

[13]) Das 98-Perzentil ist ein Maß zur Charakterisierung von Spitzenbelastungen: dieser Wert wird nur von 2 % der Meßwerte überschritten.

als im früheren Bundesgebiet, ist zur Zeit vor allem in den Großstädten der neuen Länder die Tendenz zu höheren Werten und eine Annäherung an das Niveau in vergleichbaren Räumen der alten Länder zu erkennen. Im Jahre 1993 wurde der Grenzwert der EG-Richtlinie über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid jedoch an allen Meßstellen in Deutschland eingehalten.

Bodennahes Ozon (O_3) entsteht durch photochemische Reaktion aus den primär emittierten sogen. Vorläuferschadstoffgruppen NO_x und VOC (vgl. Abschnitt 4.1). Maßnahmen zur Minderung der Ozon-Konzentration müssen daher bei diesen Vorläufersubstanzen ansetzen. Die pflanzenschädigende Wirkung von Ozon ist nachgewiesen.

Die besonderen Eigenarten bei Bildung und Abbau von Ozon führen dazu, daß die Langzeitmittelwerte für die Ozon-Konzentrationen in der Luft in Gebieten mit hohen NO_x-Werten relativ gering bleiben (z. B. in Ballungsräumen 20–60 µg O_3/m^3 Luft), in sogenannten Reinluftgebieten jedoch höhere Werte erreichen können (z. B. in Höhenlagen von Mittelgebirgen 60–100 µg O_3/m^3 Luft, im Alpenraum vereinzelt Jahresmittelwerte bis zu 120 µg O_3/m^3 Luft). Im Sommer 1994 erreichte die Sonnenscheindauer einen der höchsten Werte seit Jahrzehnten. Da eine starke Sonneneinstrahlung die Ozonbildung fördert, führte dies zu länger andauernden erhöhten Ozonkonzentrationen. Der EU-weit einheitliche Schwellenwert für die Auslösung des Warnsystems zum Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit im Falle einer kurzen Exposition beträgt 360 µg O_3/m^3 Luft als Einstundenmittelwert. Er wurde in Deutschland jedoch an keiner der ca. 300 Meßstationen überschritten. Dagegen überstiegen die Ozonkonzentrationen häufig den Wert von 180 µg/m^3 Luft als Einstundenmittelwert, ab dem die Bevölkerung informiert werden muß. Die Schwellenwerte für den Schutz der Vegetation (mittlere Ozon-Konzentration in 1 Stunde von 200 µg/m^3 Luft bzw. in 24 Stunden von 65 µg/m^3 Luft) waren ebenfalls häufig überschritten.

5.14 Höhe und Entwicklung von Schadstoffdepositionen in Waldökosystemen

An zahlreichen Waldstandorten in Deutschland werden die Einträge (Depositionen) von Luftverunreinigungen in die Waldökosysteme bzw. in die Waldböden gemessen. Zum Vergleich werden i.d.R. gleichzeitig auch die entsprechenden Depositionen auf Flächen im benachbarten Freiland festgehalten.

Problematisch ist allerdings, daß bei der Messung der Freilanddeposition nur die im Niederschlagswasser enthaltenen Stoffe, die sog. nasse Deposition, festgestellt werden können, während die sog. trockene Deposition (Ablagerung von Gasen und Partikeln) aus meßtechnischen Gründen zum großen Teil nicht erfaßt wird. Die Freiland-Meßergebnisse liegen daher gegenüber den tatsächlichen Werten der „Gesamt-Deposition" außerhalb der Wälder bei allen Stoffen zu niedrig; es sind Minimalwerte.

Bei Depositionsmessungen im Wald dagegen wird ein großer Teil der trockenen Deposition erfaßt, da die in den Baumkronen abgelagerten Stoffmengen von nachfolgenden Niederschlagsereignissen zum Teil oder – im Falle des Sulfatschwefels nahezu vollständig – abgewaschen werden und im Bestandesniederschlag den Waldboden erreichen.

Trotz dieser meßtechnischen Unsicherheiten zeigen die vorliegenden Meßreihen jedoch eindeutig, daß die Wälder aufgrund des mit ihrer Rauhigkeit und ihrer großen Oberfläche verbundenen Auskämmeffektes bis zu vierfach höhere Depositionsraten als das Freiland aufweisen können (vgl. Abschnitt 4.0).

Die Deposition unter Fichtenbeständen ist dabei höher als die unter Kiefernbeständen oder die unter winterkahlen Laubbaumbeständen.

Außerdem wurde deutlich, daß auch regional zwischen Waldbeständen enorme Unterschiede in Umfang und Zusammensetzung der Schadstoffeinträge bestehen. Verantwortlich dafür sind einerseits die jeweilige Belastungssituation, die durch die Art und die Menge der Emissionen aus den jeweils relevanten Quellen, durch die Windrichtung und -geschwindigkeit und durch die Art und die Höhe der Niederschläge geprägt wird. Andererseits tragen die Eigenschaften der „sammelnden" Oberfläche (z. B. Blätter und Nadeln), insbesondere deren Größe, Rauhigkeit und Feuchtigkeit, zu diesen Unterschieden bei.

Im Zusammenhang mit den neuartigen Waldschäden (vgl. Abschnitt 4.2) sind insbesondere Einträge folgender Stoffe von Bedeutung:

- **Sulfatschwefel (SO_4-S)**: Zu Anfang und Mitte der 80er Jahre reichten die durchschnittlichen jährlichen Depositionsraten im Freiland von ca. 15 kg/ha in den niederschlagsärmeren Regionen Südwestdeutschlands bis zu nahezu 80 kg/ha in den nördlichen und v. a. östlichen Mittelgebirgen.

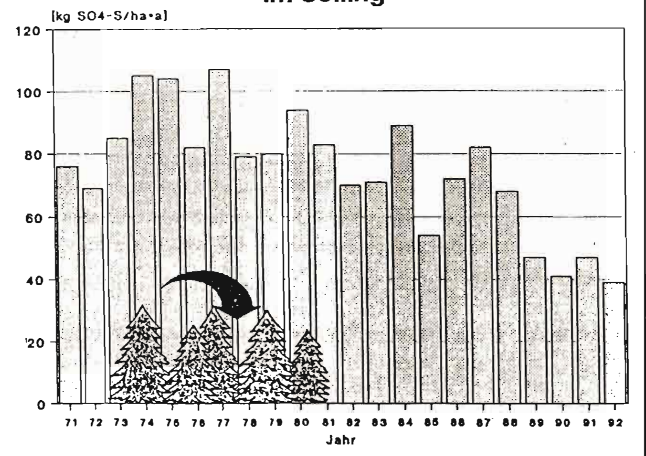
  Unter Waldbeständen wurden im gleichen Zeitraum höhere Depositionswerte als im Freiland gemessen. Besonders hoch waren die durchschnittlichen jährlichen Sulfateinträge v. a. im südlichen Teil der ehemaligen DDR, wo sie unter Kiefernbeständen Werte zwischen 80 und 106 kg/ha, unter Fichtenbeständen Werte zwischen 100 und 150 kg/ha erreichten. Ebenfalls hohe Werte unter Fichtenbeständen wurden im gleichen Zeitraum vor allem im Solling/Harz mit 50–90 kg/ha aber auch in Ostbayern (33–110 kg/ha) und Hessen (21–89 kg/ha) festgestellt.

  Vergleichsweise geringe jährliche Sulfateinträge wurden unter Fichtenbeständen, z. B. in Teilen des Schwarzwaldes (15–46 kg/ha) oder in Rheinland-Pfalz (24–43 kg/ha), sowie unter Kiefern im nordostdeutschen Tiefland (17 bis 40 kg/ha) ermittelt.

  Auf nahezu allen Untersuchungsstandorten in den alten Ländern ist während der letzten zehn Jahre ein erheblicher Rückgang der Sulfatdeposition zu verzeichnen. Der Rückgang ist um so höher, je höher die Ausgangsbelastung der Standorte war. Unter Fichtenbeständen im Solling/Harz erreichten die Sulfateinträge beispielsweise gegen Mitte der 70er Jahre mit jährlich 80–110 kg/ha ein Maximum und gingen bis Anfang der 90er Jahre um et-

Graphik 18

Entwicklung der Deposition von Sulfatschwefel in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling



(nach B. ULRICH, 1993: 25 Jahre Ökosystem- und Waldschadensforschung im Solling. Forstarchiv 64, S. 147–152; Angaben für 1992: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt)

wa die Hälfte auf nunmehr 40–50 kg/ha zurück (vgl. Graphik 18).

Aber auch in den neuen Ländern zeichnet sich in den Jahren 1991 und 1992 eine deutliche Verringerung der Sulfateinträge ab. Dennoch erreicht die aktuelle jährliche Sulfatdeposition z. B. unter Fichtenbeständen in Thüringen immer noch Werte zwischen 35 und 60 kg/ha.

Allerdings übersteigen auch die verringerten Schwefeleintragsraten die Schwellenwerte der Verträglichkeit für Waldökosysteme (Critical Loads[14]) noch beträchtlich.

– **Stickstoff**: Die Gesamtstickstoffdeposition ergibt sich v. a. aus den Einträgen von Nitrat (NO_3-N) und Ammonium (NH_4-N). Beide tragen – bezogen auf das gesamte Bundesgebiet – zu etwa gleichen Teilen dazu bei. Regional können diese Anteile jedoch sehr stark schwanken: Während in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten der Beitrag des Ammoniums überwiegt, dominiert in den leeseitig der Ballungszentren gelegenen Mittelgebirgsregionen der Beitrag des Nitrats.

Gegen Anfang und Mitte der 80er Jahre reichten die durchschnittlichen jährlichen Depositionsraten von Stickstoff (Nitrat und Ammonium) im Freiland von etwa 6 bis 24 kg/ha und unter Fichtenbeständen von etwa 8 bis 72 kg/ha.

Besonders hohe Werte wurden im nordwestlichen Küstenraum Niedersachsens (Wingst) mit 45 bis 72 kg/ha gemessen. Werte zwischen 20 und 40 kg/ha wurden an Untersuchungsstandorten in Hessen, Niedersachsen (Solling), Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Thüringen festgestellt, unter Kiefernbeständen in der ehemaligen DDR Werte von 22 bis 33 kg/ha.

Vergleichsweise geringe Stickstoffeinträge wurden unter Fichtenbeständen in Bayern (15–30 kg/ha) sowie im südlichen Schleswig-Holstein (12 bis 19 kg/ha) ermittelt.

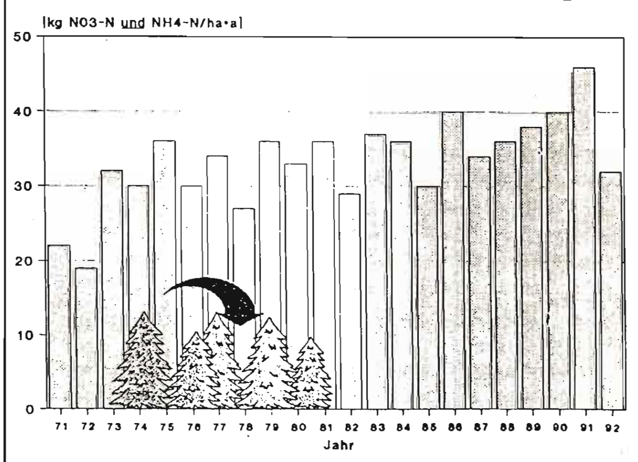
Für den Eintrag von Stickstoffverbindungen in Waldbeständen (gemessen in der Kronentraufe) gilt, daß aufgrund von Interaktionen mit bzw. in der Baumkrone die eingangs erwähnten Meßunsicherheiten stärker ins Gewicht fallen. Im allgemeinen ist davon auszugehen, daß der Gesamteintrag an Stickstoff durch die Meßmethoden erheblich unterschätzt wird.

Während der letzten zehn Jahre zeigten die Stickstoffeinträge an der Mehrzahl der Untersuchungsstandorte eine gleichbleibende bis leicht steigende Tendenz (Beispiel in Graphik 19).

Die aktuellen jährlichen Eintragsraten von Stickstoff (Nitrat und Ammonium) erreichen derzeit auf vielen Standorten Größenordnungen um 30–40 kg N/ha. Sie liegen damit etwa um das Zwei- bis Fünffache über der Stickstoffmenge, die der Wald für sein Wachstum benötigt. Durch die jahrzehntelang anhaltenden Einträge hat sich in vielen Waldökosystemen eine Sättigung mit Stickstoff eingestellt. Diese Wälder können überschüssigen Stickstoff nicht mehr speichern und geben ihn – z. T. in umweltbelastender Form (vgl. Abschnitt 4.3) – wieder ab. Beispielsweise beträgt der Nitrataustrag mit dem Quellwasser aus Waldökosystemen des Thüringer Waldes bereits ein Vielfaches der Eintragsbelastung.

Graphik 19

Entwicklung der Stickstoffdeposition in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling



(nach B. ULRICH, 1993: 25 Jahre Ökosystem- und Waldschadensforschung im Solling. Forstarchiv 64, S. 147–152; Angaben für 1992: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt)

[14]) Angaben zur Belastbarkeit von Ökosystemen, insbesondere Waldböden, durch Säure- oder Stickstoffeinträge (Critical Loads) oder kritischen Konzentrationen von Luftschadstoffen (SO_2, NO_x, Ozon) werden im Rahmen der von Deutschland geleiteten europaweiten Aktivitäten der UN-UN/ECE-Sonderarbeitsgruppe „Kartierung kritischer Belastungswerte" auf der Grundlage von Meßwerten und Modellrechnungen beim Umweltbundesamt ermittelt und kartiert. Methoden und Ergebnisse einschließlich der Critical-Loads-Karten sind veröffentlicht als UBA-Texte 25/93, National Report 1991, Forschungsbericht ÖNU/INS 1992. Diese Publikationen können beim Umweltbundesamt bezogen werden.

Schwefel- und Stickstoffeinträge in die Wälder bedeuten eine erhebliche **Säurebelastung** insbesondere der Waldböden. Waldböden können Säureeinträge innerhalb gewisser Grenzen abpuffern bzw. ökosystemunschädlich neutralisieren. Wird diese Pufferfähigkeit jedoch überschritten, so ist mit einer fortschreitenden Versauerung der Waldböden (vgl. Abschnitte 4.2 und 5.22) zu rechnen. Durch die Bodenversauerung verringert sich die Fähigkeit der Böden, Nährstoffe festzuhalten. Zudem können v. a. infolge der Zerstörung von Tonmineralen hohe Konzentrationen potentiell giftiger Aluminium-, Eisen- und Manganionen im Bodenwasser auftreten. Standorte mit pufferschwachem Untergrund können bis in Grund- und Quellwasser-Schichten hinein versauern. Dadurch kann die Wasserqualität erheblich beeinträchtigt werden.

- Die Einträge an versauernd wirkenden **Wasserstoffionen** (H-Ionen) gingen – wie die Schwefeleinträge – von Anfang der 80er bis Anfang der 90er Jahre erheblich zurück (Beispiel in Graphik 20). Dennoch erreichen sie im Bestandesniederschlag unter vielen Fichtenbeständen immer noch Größenordnungen zwischen 0,1 und 2,0 kmol Ionenäquivalent (IÄ) je Hektar und Jahr.

  Auch für die Messung der Wasserstoffionen gilt – wie bei Stickstoffverbindungen –, daß wegen starker Reaktionen der Ionen mit der Biomasse im Kronendach die Einträge unterschätzt werden.

- Unter Einbezug des Säurepotentials der Ammoniumeinträge (NH_4-N) erreicht der Gesamtsäureeintrag unter Fichten sogar Werte zwischen 0,5 und 4,5 kmol und liegt damit auf vielen Standorten um ein Mehrfaches über der natürlichen Pufferrate aus Silikatverwitterung, die auf vielen Waldböden unter 0,5 kmol je Jahr und Hektar liegt.

Insgesamt zeigen die Depositionsmessungen und -modelle, daß auch weiterhin zuviel Schadstoffe aus nationalen Quellen, aber auch aus grenzüberschreitenden Schadstoffströmen, in die Waldökosysteme eingetragen werden.

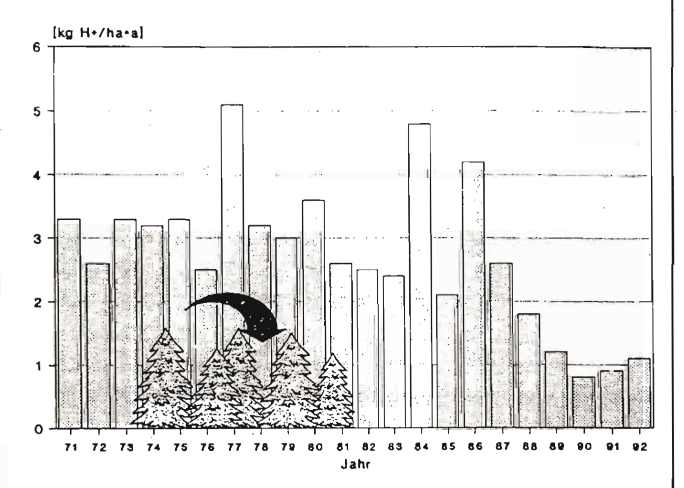
Gemäß den Vereinbarungen im Rahmen der UN/ECE (s. Kap. 5.12) sind auch in Deutschland kritische Belastungsgrenzen für Waldökosysteme gegenüber Säureeinträgen errechnet worden. Hierbei werden in einem einfachen Gleichgewichtsansatz die säureproduzierende und säureverbrauchende Prozesse gegeneinander aufgewogen („Critical Loads"-Konzept). Das Puffervermögen der Böden und damit die kritische Belastungsgrenze ist überschritten, wenn die Menge der Säuredeposition und der bodeninternen Säurebildung die der gesamten Säureneutralisationskapazität übersteigt.

Dabei ist zu beachten, daß sowohl die Deposition von Schwefelverbindungen als auch die von Stickstoffverbindungen (Stickstoffoxide und Ammonium) versauernd auf den Boden wirken. Die Angabe einer Empfindlichkeit der Böden muß sich daher auf eine Gesamtsäurebelastung beziehen.

Trotz der erheblichen Minderung der SO_2-Emissionen werden die kritischen Belastungswerte besonders in Teilen der neuen Länder noch deutlich überschritten. In Teilen der alten Länder übersteigen die Säureeinträge die kritischen Belastungswerte vor allem wegen der unvermindert hohen Stickstoffeinträge.

Graphik 20

Entwicklung der Protonen-Deposition in einem Fichtenbestand (Kronentraufe) im Solling



(nach B. ULRICH, 1993: 25 Jahre Ökosystem- und Waldschadensforschung im Solling. Forstarchiv 64, S. 147–152; Angaben für 1992: Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt)

5.15 Schwerpunkte für künftige Maßnahmen

Zur Reduzierung der Luftschadstoffe sind in den vergangenen Jahren zahlreiche nationale und internationale Regelungen getroffen worden, die alle wesentlichen Emissionsbereiche erfassen. Die positiven Auswirkungen dieser Luftreinhaltemaßnahmen werden im weiteren Verlauf der 90er Jahre in den alten Ländern noch deutlicher werden und in den neuen Ländern verstärkt zur Geltung kommen (vgl. Übersicht 13). Zur Umsetzung der ergriffenen Maßnahmen sind jedoch in den kommenden Jahren weitere erhebliche Anstrengungen bei allen Emittentengruppen erforderlich. Darüber hinaus werden verstärkt ökonomische Instrumente eingesetzt, um bei den Verursachern von Umweltbelastungen das Bewußtsein für ihre Eigenverantwortung zu stärken und ihr Eigeninteresse zu fördern, auch über gesetzliche Anforderungen und über die Abwehr von Gefahren hinaus Umweltbelastungen zu vermeiden.

Die Schwerpunkte für künftige Maßnahmen zur Luftreinhaltung sind:

1. Weitere Verringerung der Schadstoffemissionen aus Energieerzeugungs- und Industrieanlagen in den neuen Ländern.
2. Weitere Verringerung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen, v. a. NO_x und VOC. Wichtige Maßnahmen hierzu sind:
   - Prüfung von Maßnahmen zur Verbesserung der Dauerwirksamkeit von Abgasreinigungssystemen,
   - schrittweise Verringerung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauches neu zugelassener

Pkw bis zum Jahr 2005 auf möglichst 5 Liter/100 km,

- zügige weitere Durchsetzung des Dreistufenplanes der europäischen Abgasgesetzgebung für alle Kfz,
- Durchsetzung einer verbesserten Benzinqualität EU-weit. Der Benzolgehalt in Ottokraftstoffen muß deutlich reduziert werden. (In Deutschland liegt der Benzolgehalt z. Z. bei 2,1 Vol. %.)
- Durchsetzung weiterer verkehrspolitischer Maßnahmen mit dem Ziel der stärkeren Nutzung des Schienengüter- und Schienenpersonenverkehrs, der Binnenschiffahrt sowie des Öffentlichen Personennahverkehrs, insbesondere durch
  = Verstärkung der investiven Vorrangstellung für umweltverträglichere Verkehrsträger,
  = Ausbau der Bahn zu einem modernen, noch leistungsfähigeren Verkehrsträger, um eine stärkere Verlagerung des Straßen- und des Kurzstreckenluftverkehrs auf die Schiene zu erreichen,
  = Schaffung von Güterverkehrszentren zur Bündelung der Güterverkehrsströme.

3. Weitere Verringerung der landwirtschaftlichen Stickstoffemissionen. Wichtige Maßnahmen hierzu sind:
   - Verabschiedung der Verordnung nach § 1a Düngemittelgesetz zur näheren Bestimmung der guten fachlichen Praxis der Düngung,
   - Verstärkung der Förderung umweltgerechter Produktionsverfahren im Rahmen der Maßnahmen nach der Verordnung (EWG) 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren;

   ein Schwerpunkt dieser flankierenden Maßnahmen ist die Förderung extensiver Produktionsverfahren im Ackerbau, extensiver Grünlandnutzung, der Umwandlung von Ackerland in extensiv zu nutzendes Grünland sowie ökologischer Anbauverfahren.
4. Erarbeitung eines weitergehenden Protokolls im Rahmen der UN/ECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung. Anläßlich der Annahme des neuen SO_2-Protokolls im Juni 1994 verabschiedeten die in Oslo versammelten Umweltminister eine Deklaration, in der die weitere Strategie zur gesamteuropäischen Luftreinhaltepolitik vorgezeichnet wird. Darin erklärten sie sich u. a. entschlossen, jedwede Anstrengung zu unternehmen, die Verhandlungen über einen zweiten Schritt zum NO_x-Protokoll von 1988 zu beschleunigen, um die Emissionen von Stickstoffverbindungen, einschließlich Ammoniak und ggf. flüchtigen organischen Verbindungen, u. a. im Hinblick auf deren Beitrag zur troposphärischen Ozonbildung, Versauerung und Eutrophierung weiter zu verringern.
5. Weitere Wahrnehmung der bisherigen Rolle Deutschlands als treibende Kraft beim internationalen Umweltschutz, auch durch beispielhaftes nationales Wirken beim Schutz der natürlichen Umwelt.

Darüber hinaus trägt die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung auch zur Verminderung der die Waldökosysteme belastenden Schadstoffe bei. Zentraler Bestandteil der Klimaschutzpolitik ist die Verringerung der energiebedingten CO_2-Emissionen, mit der gleichzeitig auch ein erheblicher Teil der Luftschadstoffe reduziert wird.

5.2 Flankierende forstliche Maßnahmen

Es ist oberstes Ziel der Forst- und Umweltpolitik der Bundesregierung, den Wald in seinem Bestand zu erhalten und seine vielfältigen Funktionen für die Gesellschaft sicherzustellen. Zentraler Bestandteil dieser Politik ist, daß die anhaltende Umweltbelastung auf ein für die Waldökosysteme verträgliches Maß zurückgeführt wird.

Meßergebnisse der für den Wald bedeutsamen Schadstoffe zeigen, daß diese zum Teil noch weit über den für Waldbestände als kritisch bezeichneten Belastungswerten (Konzept der „Critical levels and critical loads") liegen. Wälder, die durch chronische oder kurzzeitig hohe Schadstoffeinträge belastet sind, weisen eine höhere Anfälligkeit gegenüber natürlichen Streßfaktoren auf. Durch den Eintrag von Luftschadstoffen werden die „klassischen" Probleme des Waldschutzes (Insekten, Sturm, Wild usw.) erheblich verschärft.

Die Forstwirtschaft kann die Ursachen der Umweltbelastungen durch Luftschadstoffe nicht beheben. Ihr kommt vielmehr die Aufgabe zu, flankierend zu den Maßnahmen der Luftreinhaltung dazu beizutragen, die Widerstandsfähigkeit von Waldökosystemen zu verbessern und somit den Schadensverlauf zu mildern. Den Waldböden und der Bewahrung ihrer Fruchtbarkeit kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

5.21 Stabile Waldbestände durch Beachtung waldbaulicher Grundsätze

Bei der Bewirtschaftung der Wälder ist daher mehr denn je darauf zu achten, daß von forstwirtschaftlichen Maßnahmen keine zusätzlichen Belastungen für die Waldökosysteme und insbesondere für die Waldböden ausgehen. Folgende Maßnahmen haben hierbei eine besondere Bedeutung:

1. **Stabile und artenreiche Mischbestände**. Die Forstwirtschaft ist bestrebt, ökologisch stabile und ertragreiche Bestände zu erhalten bzw. wiederzubegründen. Wo es möglich und sinnvoll ist, sollte Naturverjüngung bevorzugt werden. In vielen Fällen werden dadurch Verjüngungsverfahren erforderlich, die Zeiträume von 20, 30 und mehr Jahren beanspruchen. Dazu müssen die mikroklimatischen Bedingungen und Lichtverhältnisse durch gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen individuell gesteuert werden. Sofern gesät oder gepflanzt wird, sind standortgerechte Baumarten und geeignete Herkünfte zu verwenden.

2. **Vermeidung großflächiger Kahlhiebe.** Großflächige Kahlhiebe sind möglichst zu vermeiden, denn sie verursachen drastische Veränderungen im Wasser-, Stoff- und Strahlungshaushalt, führen zu einer raschen Mineralisierung des Humuskörpers verbunden mit Stoffausträgen in das Grundwasser. Die dabei freigesetzten Nährstoffe können von der vorhandenen Vegetation nur zum Teil aufgenommen werden, der andere Teil wird ausgewaschen. Dieser Verlust an Nährstoffen kann mit einem erheblichen Versauerungsschub verbunden sein, der die Waldböden zusätzlich zu der durch den Eintrag von Luftschadstoffen verursachten Versauerung belastet.

3. **Gezielte Bestandespflege**. Je vitaler der Einzelbaum ist, desto stabiler ist auch der Gesamtbestand bzw. seine Widerstandskraft gegen Luftverunreinigungen. Zu den forstlichen Maßnahmen gegen die Waldschäden zählt daher auch eine Bestandespflege, die mit früh einsetzenden, mehrfachen Pflegeeingriffen gut bekronte, stabile Bäume fördert.

4. **Integrierter Pflanzenschutz**. Forstschutz nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes, wie er in den meisten Forstbetrieben praktiziert wird, heißt, die Bestände in erster Linie durch vorbeugende Maßnahmen vor Schaderregern zu schützen (Waldhygiene) und chemische Pflanzenschutzmittel nur ausnahmsweise – als letzte Möglichkeit – anzuwenden. Grundsätzlich wird vor der Einleitung jeder Gegenmaßnahme geprüft, ob der zu erwartende Nutzen den Aufwand und das Risiko rechtfertigt. Für den Schutz der Waldbestände stehen dabei biotechnische Maßnahmen im Vordergrund (z. B. Beseitigung von Borkenkäferbrutstätten).

5. **Bestandes- und bodenschonende Techniken**. Beim Einsatz ungeeigneter Maschinen, Ausrüstungen und Arbeitsverfahren kann durch Befahren die Struktur labiler Böden und damit ihre Eigenschaft als Pflanzenstandort (insbesondere durch Veränderung bzw. Zerstörung der Porenräume) nachhaltig beeinträchtigt sowie der stehende Bestand beschädigt werden. Es ist daher vor allem wichtig, Maschinen und Arbeitsverfahren den Standorts- und Bestandesverhältnissen anzupassen.

6. **Ökologisch verträgliche Wilddichten**. In vielen Gebieten sind Verjüngungsmaßnahmen durch zu hohe Schalenwildbestände gefährdet und z. T. unmöglich. Voraussetzung für die Lösung des Wildproblems ist die konsequente Rückführung überhöhter Schalenwildbestände auf ein ökologisch vertretbares Maß. Hauptbaumarten sollen ohne aufwendige Schutzmaßnahmen aufwachsen können. Eine Erweiterung des Äsungsangebots durch waldbauliche Maßnahmen und die Anlage von Schutzzäunen können zur akuten, aber nicht zur dauerhaften Entschärfung des Problems beitragen. Derzeit sind regional noch kostenintensive technische Schutzmaßnahmen zur Verhütung übermäßiger Wildschäden (Zäunung, mechanischer und chemischer Einzelbaumschutz) erforderlich.

5.22 Schutz der Waldböden

Die Waldböden sind ein wesentlicher Teil der Waldökosysteme und haben große Bedeutung für die Wasserversorgung. Sie sind durch den hohen Eintrag von Schadstoffen und deren Anreicherung im Boden gefährdet (vgl. Abschnitte 5.14 und 4.3). Der Forschungsbeirat „Waldschäden/Luftverunreinigungen" äußerte bereits 1986 die Befürchtung, daß infolge des Eintrags von Luftschadstoffen eine Versauerung der Waldböden auf großer Fläche angenommen werden müsse. Die fortschreitende Versauerung ist ein Risikofaktor für heutige und künftige Waldgenerationen.

Bund und Länder haben auf diese Feststellung reagiert:

- Zur Verbesserung der Kenntnisse wurden die **Forschungsbemühungen** auf diesem Gebiet intensiviert (vgl. Abschnitt 4.3).
- Um den tatsächlichen Zustand der Waldböden unter Immissionseinflüssen zu ermitteln und die zukünftige Entwicklung beurteilen zu können, führen die Länder derzeit eine **bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald** durch. Sie soll zuverlässige Angaben über die vom Forschungsbeirat „Waldschäden/Luftverunreinigungen" befürchtete großflächige Versauerung der Waldböden erbringen. Das bundesweite Gesamtergebnis wird gegen Ende 1995 erwartet.
- Zur Abpufferung der anhaltenden Säureeinträge werden auf großen Waldflächen **Bodenschutzkalkungen bzw. Kompensationsdüngungen** durchgeführt. Ihnen kommt bei der Stärkung der Widerstandskraft und der Stabilisierung der Waldökosysteme eine besondere Bedeutung zu.

Kalkung ist eine forstliche Maßnahme, die der Versauerung des Waldbodens entgegenwirkt. Sie wird da, wo immissionsbedingte Nährstoffmängel vorliegen, durch gezielte Nährstoffgaben ergänzt. Solche Maßnahmen sind jedoch nicht auf allen Standorten sinnvoll und sollten daher grundsätzlich nur nach gründlicher Prüfung der Voraussetzungen und eventueller Nebenwirkungen (z. B. Nitrateintrag in das Grundwasser) eingesetzt werden.

Insgesamt wurden von 1984 bis 1993 rund 1,8 Mio. ha (alle Besitzarten) gekalkt bzw. gedüngt, das entspricht rund 17 % der Waldfläche Deutschlands (vgl. Übersicht 14).

Bund und Länder fördern **im Privat- und im Kommunalwald** seit 1984 im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" die Kalkung und die gezielte forstliche Düngung zur Stabilisierung der Waldökosysteme mit bis zu 90 % der förderungsfähigen Kosten (vgl. Abschnitt 5.23). Als Ergebnis dieser Förderung wurden von 1984 bis 1993 im Privat- und Kommunalwald insgesamt rund 646 000 ha gekalkt bzw. gedüngt (vgl. Übersicht 14):

- In den alten Ländern erhielten private und kommunale Waldbesitzer im Zeitraum von 1984 bis 1990 rund 134 Mio. DM zur Durchführung dieser Maßnahmen auf rund 410 000 ha.

Übersicht 14

Bodenschutzkalkung und Kompensationsdüngung zur Stabilisierung von Waldökosystemen gegen atmogene Säureeinträge

	Bodenschutzkalkung und Kompensationsdüngung [in 1 000 ha]		
	im Privat- und im Kommunal- wald	im Staatswald	Gesamt
1984–1990 ...	410[a]	846[b]	1 256
1991	70	139	209
1992	71	100	171
1993	95	68	163
1984–1993 ...	**646**	**1 153**	**1 799**

[a]) Nur Privat- und Kommunalwald der alten Länder;
[b]) Staatswald in den alten Ländern sowie Staatswald, Privat- und Kommunalwald in der ehemaligen DDR

- In der ehemaligen DDR wurden Privat- und Kommunalwälder nahezu ausschließlich durch die staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe bewirtschaftet und wie Staatswald behandelt. Die in diesen Waldbesitzarten gekalkten bzw. gegen Immissionseinflüsse gedüngten Flächen sind daher bei den Angaben zum Staatswald der ehemaligen DDR enthalten. Seit 1991 können Privat- und Kommunalwald in den neuen Ländern ebenfalls im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe gefördert werden.
- In den Jahren 1991 bis 1993 wurden diese Maßnahmen in alten und neuen Ländern auf einer Fläche von rund 236 000 ha mit insgesamt 62,6 Mio. DM gefördert.

Auch **in den Staatswäldern** der alten wie der neuen Länder wird die Bodenschutzkalkung bzw. Kompensationsdüngung auf großer Fläche durchgeführt.

- In den Staatswäldern des früheren Bundesgebietes sowie der ehemaligen DDR wurden von 1984 bis 1990 insgesamt rund 846 000 ha gekalkt bzw. gedüngt (vgl. Übersicht 14).
  = In den alten Ländern wurden von 1984 bis 1990 ca. 484 000 ha Staatswald gekalkt bzw. gedüngt.
  = In der ehemaligen DDR waren es im gleichen Zeitraum ca. 362 000 ha (einschließlich Privat- und Kommunalwald).
- 1991 bis 1993 wurde diese Maßnahme im Staatswald der alten und neuen Länder auf ca. 307 000 ha (ca. 8 % aller Staatswaldflächen) durchgeführt.

5.23 Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen

Bund und Länder fördern in betroffenen privaten und kommunalen Forstbetrieben bereits seit 1984 Maßnahmen zur Stabilisierung immissionsgefährdeter Waldbestände v. a. im Rahmen der die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes", z. T. ergänzt durch spezielle Landesförderprogramme. Gefördert werden die Bodenschutzkalkung, der Vor- und Unterbau sowie die Wiederaufforstung geschädigter Bestände.

Die Gemeinschaftsaufgabe gilt seit 1991 auch für private und kommunale Forstbetriebe in den neuen Ländern. Bund und Länder tragen diese Förderung gemeinsam; der Bund beteiligt sich mit 60 %, die Länder mit 40 % an den förderungsfähigen Kosten.

Bund und Länder haben Maßnahmen aufgrund neuartiger Waldschäden im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe seit 1984 mit insgesamt rund 530,9 Mio. DM gefördert (vgl. Übersicht 15).

Darüber hinaus haben besonders betroffene Länder spezielle Förderprogramme geschaffen. Sie sollen insbesondere dort greifen, wo sich auf Teilflächen Bestände bereits aufzulösen beginnen. Die Länder haben für solche Programme zum Teil erhebliche Mittel bereitgestellt. Dies gilt z. B. für den ökologisch sehr sensiblen Alpenraum. Dort führt die Bayerische Staatsforstverwaltung ein umfangreiches Schutzwaldsanierungsprogramm durch; zur Erhaltung der Schutzfunktionen des Bergwaldes werden u. a. Naturverjüngungen und Pflanzungen sowie technische Verbauungen vorgenommen.

5.24 Steuerliche Erleichterungen

Waldbesitzer, die aufgrund neuartiger Waldschäden Zwangsnutzungen vornehmen müssen, können im Rahmen der Einkommenbesteuerung mit Entlastungen rechnen. Nach § 34 b Einkommensteuergesetz kann für Einkünfte aus Holznutzungen infolge höherer Gewalt (Kalamitätsnutzungen) ein ermäßigter Steuersatz (Tarifermäßigung) für die Bemessung der Einkommensteuer in Anspruch genommen werden. In diese Kalamitätsnutzungen sind Zwangsnutzungen aufgrund neuartiger Waldschäden ausdrücklich einbezogen.

Die Höhe dieser steuerlichen Erleichterungen hängt unter anderem von der Größenordnung der Zwangsnutzungen ab. Fallen Kalamitätsnutzungen im Rahmen des Nutzungssatzes, d. h. des steuerlich anerkannten planmäßigen Hiebsatzes an, so sind die daraus entstehenden Einkünfte mit der Hälfte des durchschnittlichen Steuersatzes zu versteuern; gehen sie über den Nutzungssatz hinaus – bis zum Doppelten des Nutzungssatzes – so sind die daraus entstehenden Einkünfte nur mit einem Viertel des durchschnittlichen Steuersatzes zu versteuern. Übersteigen die Kalamitätsnutzungen das Doppelte des Nutzungssatzes, so verringert sich die Steuerschuld für die daraus entstehenden Einkünfte sogar auf ein Achtel des durchschnittlichen Steuersatzes. Außerdem verringert sich durch diese steuerliche Sonderbehandlung der Einkünfte aus Zwangsnutzungen auch der Steuertarif für das übrige zu versteuernde Gesamteinkommen des Betriebes.

Voraussetzung für die steuerliche Anerkennung von Kalamitätsnutzungen ist bei Betrieben mit minde-

Übersicht 15

Die Förderung flankierender forstlicher Maßnahmen aufgrund neuartiger Waldschäden im Privat- und Kommunalwald im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"

Jahr	Fördersumme in Mio. DM (Bund und Länder)			
	Bodenschutzkalkung und Komp.düngung	Wiederaufforstung	Vor-/Unterbau	Gesamt
1984	6,3	2,3	8,2	**16,8**
1985	10,5	4,1	11,0	**25,6**
1986	14,0	14,8	12,7	**41,5**
1987	17,1	18,9	17,7	**53,7**
1988	30,7	22,0	19,8	**72,5**
1989	29,2	13,5	23,8	**66,5**
1990	27,1	20,4	15,4	**62,9**
1991	19,5	50,8	11,8	**82,1**
1992	20,7	23,6	11,2	**55,5**
1993	22,4	16,5	14,9	**53,8**
Summe	**197,5**	**186,9**	**146,5**	**530,9**

stens 30 ha Größe ein amtlich anerkanntes Betriebsgutachten oder ein Betriebswerk. Die Länder bestimmen, welche Behörden oder Körperschaften des öffentlichen Rechts diese Anerkennung auszusprechen haben. Bei Betrieben mit weniger als 30 ha forstwirtschaftlich genutzter Fläche kann aus Vereinfachungsgründen ohne Gutachten ein Nutzungssatz von 4,5 Festmetern (ohne Rinde) je Hektar zugrunde gelegt werden.

Die Regelung nach § 34b Einkommensteuergesetz kann besonders schwer betroffene Waldbesitzer erheblich entlasten. Die Höhe der erzielbaren Entlastung hängt wesentlich von der jeweiligen Einkommenssituation sowie den betrieblichen Verhältnissen ab.

5.3 Waldökosystemforschung

Im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rettet den Wald" haben Bund, Länder und andere Forschungsträger in der Bundesrepublik Deutschland seit 1982 etwa 850 Forschungsvorhaben mit insgesamt 465 Mio. DM gefördert. Die Bundesregierung hat davon 330 Vorhaben mit insgesamt 313 Mio. DM finanziert. Darüber hinaus waren Bundes- und Landesforschungseinrichtungen, Landesanstalten für Umweltschutz, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen im Rahmen ihrer eigenen Haushalte im Bereich der Waldschadensforschung tätig.

Mit der Koordinierung der Waldschadensforschung befaßt sich seit 1982 die Interministerielle Arbeitsgruppe „Waldschäden/Luftverunreinigungen" (IMA), in der die Forschungsförderer (Bundes- und Länderressorts) vertreten sind.

Anfang der 80er Jahre standen v. a. Einzelhypothesen über die Ursachen der neuartigen Waldschäden im Mittelpunkt. Es wurde jedoch sehr bald klar, daß die als neuartig bezeichneten Waldschäden auf Ursachenkomplexe zurückgeführt werden müssen, die im Einzelfall aus zahlreichen anthropogenen und natürlichen Einflußgrößen zusammengesetzt sind und mit unterschiedlichem Gewicht die Ausprägung der Schadsymptome mitverursachen. So hat der Forschungsbeirat „Waldschäden/Luftverunreinigungen" bereits 1989 festgestellt, daß es „angesichts der vielfältigen Zusammenhänge von Standorts-, Bestandes-, Bewirtschaftungs- und Belastungsfaktoren keine einfache, für alle Wälder gleichermaßen gültige Erklärung der Ursachen für die neuartigen Waldschäden geben kann."

Im Verlauf von über 10 Jahren Waldschadensforschung hat sich gezeigt, daß die sehr vielfältigen und komplexen Zusammenhänge der die Waldgesundheit beeinflussenden Faktoren umfassende, d. h. ökosystemare und auf Langzeitbeobachtungen ausgelegte Forschungsansätze erfordern (vgl. Abschnitt 4.0).

Ökosystemare Ansätze gewinnen daher in der Forschungsförderung sowie der institutionalisierten Forschung der Bundesregierung zunehmend an Gewicht:

- Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hat an den Universitäten Bayreuth und Göttingen Wald-Ökosystemforschungszentren eingerichtet; zusätzlich fördert es bei dem Institut für Forstökologie und Walderfassung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Eberswalde und an der Universität München (Höglwald-Projekt) Verbundvorhaben der Waldökosystemforschung sowie in Tharandt (T. U. Dresden) ein Verbundvorhaben zur Untersuchung der Möglichkeiten einer kontrollierten Rückführung von Reinbeständen – insbesondere Fichten – zu naturnahen Mischbeständen. Das Bundesministerium für Forschung und

Technologie fördert die Waldökosystemforschung jährlich mit rund 20 Mio. DM, davon entfallen ca. 4 Mio. DM auf Verbundvorhaben in den neuen Ländern.

- Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten stellt im Rahmen der Ressortforschung jährlich ca. 12 Mio. DM für den Forschungsschwerpunkt forstliche Ökosysteme und Ressourcen bereit.
- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit fördert u. a. das projekt- und sektorübergreifende Forschungsvorhaben „Auswertung der Waldschadensforschungsergebnisse (1982–1992) zur Aufklärung komplexer Ursache-Wirkungsbeziehungen mit Hilfe systemanalytischer Methoden" von 1993 bis 1995 mit 3,3 Mio. DM.

Schwerpunkte der ökosystemar ausgerichteten Forschung von Bund und Ländern sind:

- Analyse der Wirkung von Luftschadstoffen auf die Blätter und Nadeln sowie auf Wurzeln und Transportsysteme im Baum in Abhängigkeit von den Bodenbedingungen,
- Untersuchungen des Stickstoff- und Kohlenstoffkreislaufs in Waldökosystemen, insbesondere der Emission von Spurengasen,
- Auswirkungen der Bodenveränderungen auf Zustand, Entwicklung und Funktionsfähigkeit der Wurzeln einschließlich der Mykorrhizen,
- Wechselwirkungen zwischen Waldökosystemen und der kombinierten Wirkung von Schadstoffbelastung, Schaderregern und anderen Stressoren (z. B. Witterungsextreme),
- Aufklärung von Schadstofftransport und Umwandlungsprozessen mit Hilfe von Modellen,
- Einfluß von Umweltveränderungen auf die genetische Vielfalt,
- Entwicklung von Konzepten zur langfristigen, umweltverträglichen Nutzung der Waldökosysteme bzw. zur langfristigen Sicherung der materiellen und immateriellen Leistung dieser Ökosysteme (Ökosystemmanagement),
- Entwicklung von Strategien für einen standortgerechten Waldumbau.

6.0 Die Klimaänderung und ihre Auswirkungen auf den Wald – Eine Herausforderung für die Umweltpolitik

6.1 Stand der Erkenntnisse

Durch menschliche Aktivitäten werden, in verstärktem Maße seit Beginn der Industrialisierung, klimawirksame Spurengase freigesetzt. Die wichtigsten sind Kohlendioxid (CO_2), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) sowie Halone, Distickstoffoxid (N_2O, Lachgas), und troposphärisches Ozon (O_3) bzw. seine Vorläufersubstanzen NMVOC (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan), Methan (CH_4), Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoffoxide (NO_x). Dadurch hat sich die Zusammensetzung der Erdatmosphäre an Spurengasen verändert. Dies löst zusätzlich zum natürlichen einen anthropogenen Treibhauseffekt aus, der nach Ergebnissen von Modellrechnungen einen Anstieg der Temperaturen im globalen Mittel zur Folge hat.

Die für das IPCC[15]) zum Thema Klimaänderung durchgeführten Modellrechnungen kommen zu folgendem Ergebnis: Unter der Annahme unvermindert wachsender Emissionsraten der Treibhausgase (Szenario A „business as usual") wird eine Zunahme der erdoberflächennahen globalen Lufttemperatur um 3 °C (mit einem geschätzten Fehler von ± 1,5 °C) und ein Ansteigen des globalen Meeresspiegels um 65 cm (mit möglichen Abweichungen von ± 35 cm) zum Ende des nächsten Jahrhunderts berechnet. Sollten jedoch Emissionsminderungs-Maßnahmen schnell wirksam werden und sich die Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050 auf 50 % der Emissionen von 1985 reduzieren lassen, so erhöhte sich die mittlere globale Temperatur nach 100 Jahren um ca. 1,0 °C (Szenario D).

Für eine beginnende Klimaänderung können u. a. folgende Beobachtungen Indizien sein:

- Die Zeitreihen für das globale und jahreszeitliche Mittel der bodennahen Lufttemperatur zeigen seit den letzten 100 Jahren einen Anstieg zwischen 0,3 und 0,6 °C mit einer Anhäufung außergewöhnlich warmer Jahre in den achtziger und den beginnenden neunziger Jahren.
- Die nordhemisphärische jährliche Schneebedekkung hat um ca. 8 Prozent seit den frühen siebziger Jahren abgenommen.

Keines dieser Indizien stellt jedoch für sich schon einen Beweis dafür dar, daß diese Effekte anthropogen erzeugt sind, da die beobachteten Schwankungen noch innerhalb der natürlichen Bandbreite liegen. Die Beobachtungen stehen jedoch im Einklang mit Klimamodellrechnungen.

Eine globale Klimaänderung könnte erhebliche, nicht alle Regionen gleichermaßen betreffende Auswirkungen haben, deren genaue Ausmaße heute noch nicht hinreichend genau abgeschätzt werden

[15]) „Intergovernmental Panel on Climate Change", ein zwischenstaatliches wissenschaftliches Gremium zur Sachstandsermittlung – Bereich Klimaänderungen –, dessen Arbeit für die Klimarahmenkonvention bedeutungsvoll ist.

können. Dies betrifft die natürlichen oder naturnahen Ökosysteme sowie die davon abhängigen Wirtschaftszweige wie die Forstwirtschaft.

Für konkrete Aussagen über mögliche Folgen für terrestrische Ökosysteme (wie v. a. auf Wälder) sind Kenntnisse über regionale Klimaänderungen jedoch erforderlich. Gegenwärtig sind jedoch regionale Aussagen der Modelle noch zu unsicher. Hinzu kommt, daß die klimatischen Faktoren in Wechselbeziehung zu anderen Faktoren (z. B. Insekten, Feuer) stehen, die den Zustand der Wälder unmittelbar beeinflussen.

Die Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen könnte sowohl durch das Ausmaß als auch durch die Geschwindigkeit einer Klimaänderung überfordert werden, weil

- Bäume durch ihre Langlebigkeit und ihre – im Vergleich zur Klimaänderung – langen Generationsdauer von einer Klimaänderung besonders betroffen sein würden,
- jede Baumart spezifische Ansprüche an die klimatischen Bedingungen ihres Lebensraumes stellt und sich an Veränderungen nur innerhalb eines bestimmten Rahmens und über einen längeren Zeitraum hinweg anpassen kann und
- veränderte Lebensbedingungen zu Verschiebungen im Konkurrenzgefüge von Fauna und Flora und damit zu neuen Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen führen.

  Je weiter eine solche Veränderung die betreffende Baumart von ihrem ökologischen Optimum entfernt, um so anfälliger wird sie auch für andere Streßfaktoren (wie z. B. Luftverunreinigungen, Witterungsextreme und biotische Schaderreger). Es ist zu erwarten, daß in Mitteleuropa die Vitalität der meisten Baumarten besonders beeinträchtigt wird, wenn der Temperaturanstieg mit gleichbleibenden oder gar abnehmenden Niederschlägen oder mit einer veränderten Niederschlagsverteilung verbunden ist.

Tritt diese Entwicklung ein, dann könnten sich Ökosysteme in Artenzusammensetzung und Struktur unter Umständen kurzfristig so sehr verändern, daß sie ihre ursprünglichen Funktionen für die menschliche Gesellschaft nicht mehr erfüllen. Immissionsgeschädigte Bäume wären hiervon besonders betroffen. Die ökologischen und sozioökonomischen Folgen könnten erheblich sein.

Die Abschätzung der Auswirkungen möglicher Klimaänderungen auf Wälder bedürfen weiterer Forschungen. Noch nicht geklärt ist, inwieweit Klimaänderungen die forstlichen Möglichkeiten zur Anpassung der Wälder überfordern könnten. Weiterhin besteht die besondere Schwierigkeit darin, die Einflüsse anderer wichtiger Faktoren (z. B. Bodenzustand, Immissionssituation, Witterung) zu beurteilen sowie verallgemeinerungsfähige, auf andere Waldökosysteme in der gleichen Klimazone übertragbare Ergebnisse zu erhalten. Darüber hinaus soll durch Forschungsarbeiten geklärt werden, inwieweit Klimaänderungen sowie Schadstoffeinträge in die Waldökosysteme dort zu einer Freisetzung von klimawirksamen Spurengasen führen.

6.2 Maßnahmen der Bundesregierung zum Klimaschutz[16])

6.21 Nationale Maßnahmen

Vor dem Hintergrund der weltweiten Diskussion über den anthropogenen Treibhauseffekt und die damit verbundenen Klimaänderungen und deren Auswirkungen hat die Bundesregierung bereits frühzeitig eine umfassende nationale Klimaschutzstrategie entwickelt. Neben der Verminderung von FCKW und Halonen ist das CO_2-Minderungsprogramm, das neben den CO_2-Emissionen auch die anderen Treibhausgase wie z. B. Methan und N_2O einschließt, Schwerpunkt der Klimaschutzpolitik der Bundesregierung.

Die Bundesregierung strebt für Deutschland an, die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2005 – bezogen auf das Emissionsvolumen des Jahres 1987 – um 25 % bis 30 % zu verringern. Sie sieht – auch mit Blick auf die weltweit veränderten Rahmenbedingungen – die Schwierigkeiten, dieses zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, auch andere klimarelevante Emissionen zu verringern.

Mit bisher vier Kabinettbeschlüssen[17]) hat die Bundesregierung eine Klimaschutzstrategie entwickelt und ein umfassendes Programm zur Minderung der CO_2-Emissionen in den verschiedensten Bereichen beschlossen, dessen Maßnahmen gegenwärtig schrittweise umgesetzt werden. Dabei werden – neben CO_2 – auch andere klimarelevante Gase – wie Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O), Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) und nicht methanhaltige flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) – einbezogen.

Maßnahmen zur Verminderung der CO_2-Emissionen leisten in der Regel auch einen Beitrag zur Reduzierung weiterer Treibhausgasemissionen und zur Lösung anderer Umweltprobleme (z. B. Luftschadstoffe).

Unter der Annahme,

- daß das angestrebte CO_2-Minderungsziel von 25 bis 30 % bis zum Jahr 2005 erreicht wird und damit auch die Emissionen anderer energiebedingter klimarelevanter Gase vermindert werden,
- daß die Reduktionsverpflichtungen für NO_x und VOC aufgrund der UN/ECE-Protokolle und die zusätzliche Erklärung zur NO_x-Verminderung umgesetzt werden,

[16]) Weitere Informationen hierzu sind im „Ersten Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen" und im „Dritten Bericht der IMA CO_2-Reduktion" jeweils vom September 1994 enthalten. Die Berichte können über das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bezogen werden.

[17]) Kabinettsbeschlüsse vom 13. Juni 1990, 7. November 1990, 11. Dezember 1991 und 29. September 1994.

sowie unter der Berücksichtigung der Auswirkungen der nationalen FCKW-Halon-Verbotsverordnung (Ausstieg aus Produktion und Verwendung dieser Stoffe wurde bis auf geringfügige Ausnahmen bereits Ende 1993/Anfang 1994 vollzogen) ließe sich bis zum Jahr 2005 in Deutschland eine Reduktion der CO_2-Äquivalente um eine Größenordnung von 50 % erreichen (bezogen auf die Emissionen des Jahres 1987).

Bei der Entwicklung und Umsetzung ihrer Klimaschutzstrategie wird die Bundesregierung durch die von ihr im Juni 1990 eingesetzte „Interministerielle Arbeitsgruppe CO_2-Reduktion" (IMA CO_2-Reduktion) unterstützt. Der dritte Bericht dieser Arbeitsgruppe ist im September 1994 vom Bundeskabinett verabschiedet und mit den auf dieser Grundlage entwickelten Maßnahmen beschlossen worden.

In diesem Zusammenhang tragen auch nahezu alle in Kapitel 5 genannten Maßnahmen direkt oder indirekt zum Klimaschutz bei. Maßnahmen zur Luftreinhaltung führen zu einer Entlastung der Waldökosysteme. Flankierende forstliche Maßnahmen, wie der seit Jahren in großem Umfang betriebene Umbau vormaliger Reinbestände zu naturnäheren Mischbeständen, verbessern ihre Stabilität. Dies gilt auch gegenüber möglichen Klimaänderungen.

Ebenso ist die Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen zur Klimaänderung und ihren Auswirkungen Bestandteil der Klimaschutzstrategie der Bundesregierung. Hier ist z.B. der Forschungsschwerpunkt „Klimaforschung" des Bundesministeriums für Forschung und Technologie zu nennen sowie der geplante zusätzliche Forschungsschwerpunkt „Auswirkungen der Klimaänderung/Klimafolgenforschung". Diese Arbeiten fließen auch in die Berichte des IPCC ein.

Auch forstliche Maßnahmen können dazu beitragen, die Kohlenstoffeinbindung zu erhöhen und damit der Klimaänderung entgegenzuwirken. In diesem Zusammenhang spielt unter anderem die Aufforstung von brachliegenden oder landwirtschaftlichen Flächen eine Rolle, denn durch die Anlage von zusätzlichen Wäldern läßt sich Kohlenstoff einbinden. Gemeinsam mit den Ländern fördert der Bund die Erstaufforstung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" bereits seit 1975 durch einen Zuschuß zu den Kosten der Erstinvestition (je nach Baumart bis zu 85 % der förderungsfähigen Kosten). 1991 wurde die Förderung der Erstaufforstung wesentlich verbessert: Land- und forstwirtschaftlichen Unternehmern bzw. Betrieben wird seitdem – zusätzlich zu der o. g. Investitionsbeihilfe – zum teilweisen Ausgleich von Einkommensverlusten aus bisheriger landwirtschaftlicher Nutzung eine Erstaufforstungsprämie gezahlt. Diese Prämie wird in Form jährlicher Zahlungen bis zu einer Dauer von 20 Jahren gewährt und kann bis zu 1 400 DM je Hektar und Jahr betragen, wobei eine Staffelung nach Baumarten und Standortgüte erfolgt. Als Ergebnis hat sich die geförderte Erstaufforstungsfläche von 1991 (2 931 ha) auf 1992 bereits verdoppelt (6 156 ha)[18]. 1993 konnte eine erneute Steigerung auf 7 118 ha erreicht werden. Es wird erwartet, daß die geförderte Erstaufforstungsfläche in den kommenden Jahren auf 10 000 ha/Jahr ansteigen wird. Bis zum Jahr 2005 könnten somit in Deutschland schätzungsweise 150 000 ha Wald neu geschaffen werden. Diese Wälder dürften dann jährlich ca. 2 Mio. t CO_2 zusätzlich einbinden, was – bezogen auf die nationalen CO_2-Emissionen des Jahres 1990 in Höhe von rund 1 Mrd. t CO_2 – einem Minderungsbeitrag von 0,2 % entspricht. Die zusätzliche Kohlenstoffeinbindung ist räumlich (auf die in Deutschland für die Erstaufforstung verfügbare Fläche) und zeitlich (auf die Aufwuchsphase der neuen Waldbestände) begrenzt.

[18]) Über die Größenordnung von nicht geförderten Erstaufforstungen liegen keine Angaben vor; es wird jedoch unterstellt, daß ihre Fläche geringer ist als die der geförderten Aufforstungen.

Die Bedeutung derartiger forstlicher Maßnahmen hinsichtlich ihrer kohlenstoffbindenden Wirkung tritt in der Bundesrepublik Deutschland daher ebenso wie in vielen anderen Industriestaaten hinter der notwendigen Verringerung anthropogener Emissionen (u. a. verringerter Verbrauch bzw. Substitution bei fossilen Energieträgern) deutlich zurück. Der wichtigste Beitrag der Forstwirtschaft ist der Erhalt (u. a. auch durch nachhaltige Nutzung) der bereits bestehenden Wälder. Hierzu tragen auch die bereits in Abschnitt 5.2 genannten flankierenden forstlichen Maßnahmen wesentlich bei.

6.22 Internationale Maßnahmen

Die Bundesregierung hält völkerrechtlich verbindliche Regelungen zum Schutz des Klimas und der Wälder für erforderlich.

Bei der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED, Juni 1992 in Rio de Janeiro/Brasilien) hat sie daher – zusammen mit über 150 anderen Staaten – u. a. die Klimarahmenkonvention gezeichnet. Deutschland zählt zu den ersten 50 Staaten, die ihre Ratifikationsurkunde zur Klimarahmenkonvention bei den Vereinten Nationen hinterlegt haben. Die Konvention ist am 21. März 1994, drei Monate nach Hinterlegung der hierzu notwendigen 50. Ratifikationsurkunde, in Kraft getreten. Die Bundesregierung arbeitet intensiv an der Umsetzung und Fortentwicklung der Klimarahmenkonvention. So hat sie im September 1994 ein Elementepapier für ein Protokoll vorgelegt, welches den Protokollentwurf der „Gruppe Kleiner Inselstaaten" (AOSIS) ergänzt. Deutschland hat dabei als Ausrichter der ersten Vertragsstaatenkonferenz, die vom 28. März bis 7. April 1995 in Berlin stattfinden wird, eine besondere Verantwortung.

Mit der Zeichnung der Konventionen zu Klimaschutz und Biologischer Vielfalt sowie mit der Verabschiedung der Walderklärung und der Rio-Deklaration, mit dem Aktionsprogramm „Agenda 21" und dem Beschluß zur Einrichtung einer UN-Kommission für nachhaltige Entwicklung (Commission on Sustainable Development, CSD) sind bei UNCED Grundlagen für eine qualitativ neue weltweite Zusammenarbeit in der Umwelt- und Entwicklungspolitik geschaffen worden. Sie enthalten auch Vorschläge für konkrete Maßnahmen, die gegen die fortschreitende Entwaldung und Schädigung der Wälder ergriffen werden müssen (insbesondere Walderklärung und

Kapitel 11 der Agenda 21). Nach der ersten Tagung im Juni 1993 fand die zweite substantielle Tagung der CSD vom 16. bis 27. Mai 1994 in New York statt. Bundesumweltminister Professor Dr. Klaus Töpfer wurde dort zum Vorsitzenden der Kommission für die Wahlperiode 1994/95 gewählt. Bei der dritten CSD-Sitzung (1995) wird über den Stand der Umsetzung der Rio-Beschlüsse zum Wald beraten werden.

Mit der Verabschiedung der Walderklärung von Rio wurde erstmals weltweit ein politischer Konsens zu Waldschutzfragen erreicht. Die Walderklärung enthält weltweit festgelegte Grundsätze zur Bewirtschaftung, Erhaltung und nachhaltigen Entwicklung von Wäldern und ist eine tragfähige Grundlage für weitere konkrete Maßnahmen. Die Bundesregierung setzt sich nachdrücklich dafür ein, daß die gefaßten Beschlüsse weltweit zügig umgesetzt und weiterentwickelt werden. Sie wird auch weiterhin zusammen mit ihren Partnern nach Möglichkeiten suchen, die uns dem Ziel einer völkerrechtlich verbindlichen Regelung im Waldbereich, z. B. einer Waldkonvention, näherbringen können. Hierfür ist die Unterstützung durch die Entwicklungsländer, mit denen die Bundesregierung den Dialog zu dieser Problematik sucht, notwendig.

Im Rahmen der Folgearbeiten zur Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (Helsinki 1993) vereinbarten im Juni 1994 in Genf ca. 100 Experten aus 36 europäischen Staaten und der Europäischen Kommission Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung in Europa. Die Vereinbarung dieser Kriterien und Indikatoren ist ein wichtiger Schritt zur Umsetzung der Waldbeschlüsse von UNCED 1992 sowie der Helsinki-Resolution Nr. 1 „Allgemeine Leitlinien für die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder in Europa". Die europäischen Staaten legen damit weltweit als erste Region eine derartige Liste vor, anhand derer die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung künftig auf nationaler Ebene überprüft sowie transparent und vergleichbar gemacht werden soll.

Darüber hinaus ist die Bundesregierung aktiv eingebunden in die internationalen Maßnahmen gegen die fortschreitende Zerstörung der Tropenwälder. Deutschland ist mit jährlich rund 300 Mio. DM (ca. 15 % der insgesamt weltweit für diesen Bereich zur Verfügung gestellten Mittel) der größte bilaterale Geber.

Auch international ist der wichtigste Beitrag der Forstwirtschaft der Erhalt (u. a. auch durch nachhaltige Nutzung) der bereits bestehenden Wälder. Dies gilt für alle Waldökosysteme der Erde. Sie stellen nach den Ozeanen den wichtigsten CO_2-Speicher dar. Nachhaltige Bewirtschaftung ist walderhaltend, umweltschonend und berücksichtigt die Interessen der örtlichen Bevölkerung.

Weltweit ist die Bedeutung der Anlage neuer Waldflächen groß, insbesondere wenn andere Aspekte (z. B. Nutz- und Schutzfunktionen für die örtliche Bevölkerung) mit einbezogen werden. Die durch Neuaufforstung erzielbare zusätzliche Kohlenstoffbindung sollte allerdings nicht überschätzt werden, zumal sie zeitlich auf die Aufwuchsphase der neuen Waldbestände begrenzt ist.

7.0 Anhang

Verzeichnis der im Anhang enthaltenen Dokumente

Anhang 7.1

Terrestrische Waldschadenserhebung – Aufgaben, Methoden und Stellenwert

(Bund-Länder-Arbeitsgruppe der Inventurleiter der Waldschadenserhebung)

1. Welche Aufgaben hat die Waldschadenserhebung und welche Zielsetzungen werden damit verfolgt?

Der aktuelle Waldzustand wird in Deutschland seit 1984 jährlich nach einem zwischen Bund und Ländern abgestimmten, statistisch repräsentativen Stichprobenverfahren (Waldschadenserhebung – WSE –) von speziell geschultem Fachpersonal der Länder erhoben. Inzwischen wird eine WSE nach gleicher Methodik europaweit durchgeführt, deren Ergebnisse jährlich in einem gemeinsamen Bericht zusammengefaßt werden.

Die WSE hat zum **Ziel**, mit vertretbarem Aufwand kurzfristig verfügbare Aussagen über den Waldzustand bereitzustellen. Dabei sollen neben der aktuellen Zustandsbeschreibung auch Schadensschwerpunkte lokalisiert und Entwicklungstendenzen des Waldzustandes aufgezeigt werden. Ihre **Aufgabe** ist es, den äußerlich sichtbaren, aktuellen Kronenzustand, als Spiegelbild der Gesundheit, an systematisch bestimmten Stichprobenbäumen in Waldbeständen periodisch zu erheben. Daraus sollen dann über längere Zeiträume sichtbar werdende Veränderungen des Kronenzustandes abgeleitet und schließlich repräsentative Informationen für größere Waldregionen vermittelt werden.

Zur Klärung der Ursachen neuartiger Waldschäden ist die WSE nicht geeignet; dies ist vielmehr Aufgabe der intensiven Waldschadensforschung, deren Aufbau als Forschungskomplex ohne die Ergebnisse der jährlichen Erhebung der Waldschäden nicht vorgenommen worden wäre. Ebensowenig ist die WSE daraufhin angelegt, konkrete Vorschläge für forstliche Maßnahmen in einzelnen Waldbeständen zu begründen.

Unter den Umweltüberwachungsverfahren mittels biologischer Kriterien ist die WSE ein unkompliziertes Inventurverfahren. Sie nutzt dazu den als Ergebnis vielfältiger Streßfaktoren entstandenen Kronenzustand und umfaßt mithin nicht nur Immissionsschäden. Sie liefert Hinweise auf Waldgefährdungen (Destabilisierung) und ermöglicht es, der interessierten Öffentlichkeit und den politischen Entscheidungsträgern aktuelle Sachstandsberichte über die Waldschadenssituation zur Verfügung zu stellen.

2. Welche Hauptkriterien werden bei der Waldschadenserhebung erfaßt?

Vielfältige Veränderungen im Kronenzustand von Waldbäumen sind ein deutlicher Ausdruck für die auf ein Waldökosystem einwirkenden Beeinträchtigungen. Gleichzeitig ist der Kronenzustand der Probebäume der einzige Merkmalskomplex, der sich bei einer in kurzer Zeit durchzuführenden Stichprobenerhebung erfassen läßt.

Hauptkriterium zur Beurteilung des Kronenzustandes sind **Kronenverlichtungen**, ausgedrückt in **Nadel- bzw. Blattverlust** der Bäume, und der Grad der **Vergilbung** der noch vorhandenen Nadeln und Blätter. Beide Merkmale werden im Gelände in 5-%-Klassen eingeschätzt.

Bei der Einschätzung des relativen Nadel-/Blattverlustes werden je nach Baumart berücksichtigt: Durchsichtigkeit der Baumkrone (Transparenz), fehlende Nadeljahrgänge, Fenstereffekt, Verkürzung der Nadeln, Verkleinerung und Fehlen der Blätter, mangelnde Verzweigung, verstärktes Auftreten von Trockenreisern bis hin zum Absterben ganzer Kronenteile oder des gesamten Baumes.

Bereits im Hochsommer auftretende Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind ein deutliches Zeichen für Streß. Nur grüne Nadeln und Blätter können den Bäumen die benötigte Energie und Aufbaustoffe (Assimilate) liefern. Vergilbungen werden als Hauptkriterium miterhoben, weil sie ein äußeres Anzeichen von Ernährungsstörungen sind, u.a. ausgelöst durch Schadstoffeinfluß auf Nadeln, Blätter und Boden. Als Ergebnis z. B. von Kalkungs-/Düngungseffekten können Vergilbungen auch wieder abklingen.

3. Welche zusätzlichen Kronenzustandsmerkmale und Einflußfaktoren werden bei der Waldschadenserhebung aufgenommen?

Da der Grund für auftretende Nadel- bzw. Blattverluste bei der WSE nur selten festzustellen ist, erfolgt deren Einschätzung unabhängig von möglichen Ursachen.

Um abschätzen zu können, inwieweit Schäden durch Insekten oder Pilzbefall sowie Einflüsse von Fruktifikation oder Blüte (z. B. bei Kiefer) am Ausmaß der Waldschäden im Erhebungsjahr beteiligt sind, werden diese eindeutig zuzuordnenden natürlichen Faktoren bei der WSE zusätzlich am Einzelbaum registriert. Durch Wind, Schnee- oder Eisbruch verursachte Verluste von Kronenteilen werden aufgenommen, aber nicht als Nadel-/Blattverlust bewertet.

Einen besonderen Einfluß auf den Kronenzustand hat auch der Witterungsverlauf. So können sehr trokkene Sommer auf flachgründigen Standorten einen vorzeitigen Blatt- oder Nadelabfall verursachen; strenge Winter hemmen oftmals die Entwicklung von Schadorganismen, Spätfröste können junge Triebe schädigen. Für die Interpretation der Ergebnisse der

Waldschadenserhebung werden daher alle verfügbaren Angaben zum Witterungsverlauf berücksichtigt.

Physiologisch bedeutsame Streßmerkmale, die nur mittels chemischer Analysen feststellbar sind, wie z. B. Schadstoffbelastung oder Nährstoffmangel in Nadeln, Blättern und Böden, können im Zuge einer kurzfristig durchzuführenden Waldzustandserhebung nicht erfaßt werden. Gleiches gilt für Wurzelschäden sowie für Veränderungen des Zuwachses, der Humusform und Bodenflora. Solche Merkmale zu erfassen und zu bewerten ist sehr aufwendig. Dies ist daher nur im Rahmen spezieller wissenschaftlicher Untersuchungsprogramme möglich. Derzeit geschieht das z.B. im Rahmen der periodischen Erhebung in Dauerbeobachtungsflächen der Länder und auch mit der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE).

4. Welches Inventurverfahren wird bei der Waldschadenserhebung angewandt?

Die WSE ist eine terrestrische Inventur. Die Datenerhebung (Einschätzung des Kronenzustandes) erfolgt vom Boden aus (generell mit Fernglas).

Die WSE wird als eine systematisch angelegte repräsentative Stichprobenerhebung durchgeführt. Dazu wurde ein bundesweites Netz von 4 x 4 km (**Grundnetz**) eingerichtet. Überall dort, wo die Schnittpunkte des Netzes im Wald liegen sind nach einheitlichem System Aufnahmepunkte angelegt worden. Diese Stichprobendichte ermöglicht es, die Schadstufenanteile nach Ländern und Wuchsgebieten und z.T. noch nach Hauptbaumarten und zwei Altersgruppen auszuwerten. In einigen Ländern oder für kleinflächigere Auswertungen wird dazu das Grundnetz auch verdichtet (z.B. 2 x 2 km oder 1 x 1 km).

An jedem Stichprobenpunkt sind, nach einem festgelegten Verfahren und unabhängig von Baumart oder Baumalter, Probebäume der herrschenden Baumschicht systematisch ausgewählt und dauerhaft markiert worden (permanente Baumstichprobe als zentrale Aufnahmeeinheit). Dadurch kann bei jeder Folgeerhebung der Kronenzustand derselben Bäume wieder eingeschätzt werden.

Um möglichst aussagefähige Zeitreihen über langfristige Waldzustandsveränderungen zu erhalten, wird die WSE jeweils auf dem Höhepunkt der Vegetationsentwicklung und vor dem Einsetzen der natürlichen Herbstverfärbung, also während der Sommermonate Juli und August, durchgeführt.

Bei geringem Schadensfortschritt oder in Sondersituationen – wie etwa nach den Orkanen im Jahr 1990 – kann die Netzdichte systematisch verringert und eine landesspezifische Teilstichprobe (**Unterstichprobe,** z.B. 8 x 8 km oder 4 x 12 km) aufgenommen werden. Diese umfaßt etwa ein Zehntel bis ein Drittel der Punkte des 4x4 km Grundnetzes (**Vollstichprobe**). Das Stichprobenraster für die europäische WSE (EG und UNECE) weist als am wenigsten aufwendige Unterstichprobe eine Mindestnetzdichte von 16 x 16 km auf.

Die Netzdichte des jeweiligen Aufnahmejahres bestimmt die Auswertungs- und Darstellungsebenen, für die Waldzustandsdaten berechnet werden können. Eine Aufnahme der 4 x 4 km-Vollstichprobe ermöglicht repräsentative Aussagen auf der Ebene der Länder und forstlichen Wuchsgebiete, eventuell getrennt nach Baumarten- und Altersgruppen. Eine kleinräumigere Datenauflösung ist mit der gegebenen Grundnetzdichte der WSE nicht erzielbar. Die Unterstichprobe ermöglicht noch Auswertungen auf Länderebene für die Hauptbaumarten. Wird nur im EG-ECE-Mindestnetz aufgenommen, müssen sich die Auswertungen auf bundes- und landesweite Trendaussagen ohne weitere Regionalisierung mit Spezifizierung nach Baumarten beschränken.

Bundesweite Vollstichproben der WSE sind bisher 1984–1986 sowie 1991 durchgeführt worden. 1991 wurden auf 7 794 Stichprobenpunkten 200 000 Einzelbäume aufgenommen. Vollstichproben werden bundesweit künftig im dreijährigen Turnus durchgeführt. Dazwischen finden jährlich Unterstichproben statt.

5. Wie wird der Kronenzustand erhoben und die Qualität der Ergebnisse gesichert?

Zuverlässigkeit, Vertrauenswürdigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse hängen bei einem Schätzverfahren wie der WSE entscheidend von der Anwendung einheitlicher und gleichbleibender Bewertungsmaßstäbe ab. Bundesweite, internationale und zeitliche Vergleichbarkeit wird durch jährliche Abstimmung („Eichung") zwischen den Landesinventurleitern im Vorfeld der WSE gewährleistet. Die bei diesem Erfahrungsaustausch gefestigten Bewertungsmaßstäbe werden in den Ländern durch intensive Schulungen an die Aufnahmeteams weitergegeben. Dabei vorgenommene Qualifikationstests zeigten, daß der zu tolerierende Schätzfehler von +/– 5 % am Einzelbaum i.d.R. nicht überschritten wird.

Der Einsatz von Zwei-Mann-Teams fördert die Objektivität und eine während des gesamten Aufnahmezeitraumes gleichbleibende Schätzqualität. Eine unabhängige Zweitaufnahme an einem Teil der Punkte durch besonders erfahrene Kontrolleure sichert die Aufnahmeergebnisse schließlich ab.

Als Hilfsmittel zur Einschätzung der Kronenverlichtung in 5-%-Klassen dienen aus wissenschaftlichen Untersuchungen und praktischen Erfahrungen hergeleitete Kriterienkataloge, baumartenspezifische Merkblätter und Farbbildhefte mit typischen Beispielen unterschiedlicher Kronenverlichtungsgrade. Dort sind Muster für den jeweiligen Nadel-/Blattverlust angegeben. Zwischen den Eckwerten dieser Bewertungsrahmen können die Verlichtungsgrade der aufzunehmenden Probebäume zuverlässig eingeschätzt werden.

Solche Hilfsmittel sind jedoch nur für entsprechend vorgebildete Fachleute geeignet, die in der Lage sind, unter Berücksichtigung der individuellen Standraumverhältnisse jedes Baumes dessen aktuellen Kronenzustand zu bewerten. Die Referenzbilder der Farbbildhefte zeigen die Kronen von in vollem Lichtgenuß aufgewachsenen einzelstehenden Bäumen. In der Inventurpraxis müssen aber vor allem im Bestandesgefüge herangewachsene Bäume bewertet werden, die u. U. kurze oder eingeklemmte Kronen aufweisen. Als Maßstab für „keinen Nadel-/Blattver-

lust (0 %)" werden daher auch keine optimal entwickelten Einzelbäume (Solitäre), sondern dem Bestandesgefüge entsprechende „Normalbäume" herangezogen, deren unbedrängte Lichtkronen noch optimal verzweigt und benadelt oder belaubt sind.

Die Schätzung der Kronenverlichtung anhand der Durchsichtigkeit der gesamten Krone kann jedoch nicht bei allen Baumarten gleich aussagekräftig sein. So sind beispielsweise die auch bei voller Benadelung sehr durchscheinend wirkenden Kiefern nur unter Berücksichtigung von Anzahl und Vollständigkeit ihrer Nadeljahrgänge treffsicher zu bewerten. An Fichten oder Tannen hat sich die Zählung der Nadeljahrgänge dagegen als wenig hilfreich erwiesen.

Große Sorgfalt bei der Schulung, der Aufnahme und Kontrolle ist entscheidend für die Aussagefähigkeit der vorgelegten Ergebnisse der WSE und grenzt den Fehlerrahmen ein.

6. Beschönigt die forstliche Bewirtschaftung der Probebestände die Ergebnisse der Waldschadenserhebung?

Die Waldbestände mit Stichprobenpunkten der WSE unterliegen keinen Einschränkungen in der regulären forstlichen Bewirtschaftung.

- Wo einzelne Probebäume aufgrund planmäßiger Nutzung, nach Windwurf, Schneebruch oder aus anderen Gründen ausscheiden, werden sie durch die jeweils nächststehenden Bäume ersetzt. Abgestorbene Bäume bleiben, solange ihre Krone Feinreisig aufweist, in der Stichprobe erfaßt. Damit ist eine aktuelle Zustandserfassung des zum Aufnahmestichtag vorhandenen Waldes gewährleistet. – Scheidet ein ganzer Aufnahmepunkt infolge Nutzung der Bäume oder flächiger Windwürfe aus der Beobachtung aus, so „ruht" dieser Stichprobenpunkt einige Jahre als im Wald vorhandene „Blöße". Sobald die nachfolgende Waldgeneration heranwächst, wird der Aufnahmepunkt bei der WSE wieder erfaßt.

Insgesamt ist der Anteil der jährlich aus der Stichprobe ausscheidenden Bäume gering, er liegt im Bundesdurchschnitt bei ca. 2 %. Nach allen bisher vorliegenden Untersuchungen wurden die Gesamtergebnisse der WSE auf Länder- oder Bundesebene durch diese Vorgehensweise nicht beeinflußt.

Ausgefallene Probebäume werden jährlich nach der Ursache ihres Ausscheidens dokumentiert. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß die überwiegende Mehrzahl der jährlich zu ersetzenden Probebäume wegen planmäßiger waldbaulicher Maßnahmen oder aufgrund von Windwürfen ausscheiden.

Die Gegenüberstellung der Schadstufenverteilung der Ersatzbäume mit derjenigen ihrer Vorgänger zeigt, daß ihre Schadstufenverteilung sich kaum von der ihrer zufällig bestimmten Ersatzbäume oder der Schadstufenverteilung im Gesamtwald des betreffenden Landes unterscheidet.

In den aus der WSE bekannten Hauptschadensgebieten, insbesondere in den Hochlagen der Mittelgebirge, wo viele Bäume schadensbedingt entnommen werden müssen, verlichten einzelne Bestände zunehmend. Hier könnte der Ersatz ausgeschiedener Probebäume zu einer Beschönigung der Ergebnisse führen, wenn für diese kleinräumig begrenzten Gebiete eigene Bewertungen aus den Daten der WSE vorgenommen würden. Für derartige Flächen kann und soll die terrestrische WSE aufgrund ihres relativ groben Rasters aber keine Aussagen leisten. Zur Erfassung solcher Bestandesverlichtungen sind vielmehr flächenbezogene Kartierungen erforderlich, um das Ausmaß an Beständen mit Verlichtungserscheinungen unterschiedlichen Grades sowie flächenhaft abgestorbene Waldbestände gebietsweise zu ermitteln. In den bekannten Problemgebieten werden daher intensive Luftbild-Waldschadenserhebungen und die mittelfristige Forstplanung mit herangezogen. So eine Luftbild-Waldschadenserhebung kann auch auf Wuchsgebietsebene genutzt werden, wie z. B. im westlichen Hunsrück, im Harz und im Fichtelgebirge bereits erfolgt. Sie können jedoch kein Ersatz für die landesweite terrestrische WSE sein, sondern diese vielmehr regional ergänzen.

Wenn in einem Hauptschadensgebiet ältere Waldbestände großflächig abgestorben sind, führt dies zwangsläufig zu einer Verschiebung der Waldstruktur hin zu jüngeren Beständen mit erfahrungsgemäß geringerem Schädigungsgrad. Für eine Bewertung des Waldzustandes in solchen Gebieten sind zusätzliche Erhebungen und Auswertungen notwendig.

7. Wie werden die Ergebnisse dargestellt und bewertet?

Die Kronenverlichtung und die Nadel-/Blattvergilbung werden im Wald in 5 %-Klassen aufgenommen. Zur weiteren Einschränkung des Schätzfehlers und zur Vereinfachung der Ergebnisdarstellung bei der Berichterstattung werden die 21 möglichen 5 %-Klassen zu fünf unterschiedlich großen Gruppen zusammengefaßt (**Schadstufen**). Diese sind seit Einführung der Methodik der Waldschadenserhebung einheitlich für alle Baumarten definiert (Tabelle 1).

Tabelle 1

Schadstufen des relativen Nadel-/Blattverlusts

Stufe	Nadel-/Blattverlust	Bezeichnung	
0	0–10 %	ohne Schadensmerkmale	
1	11–25 %	schwach geschädigt	(Warnstufe)
2	26–60 %	mittelstark geschädigt	deutlich geschädigt
3	61–99 %	stark geschädigt	
4	100 %	abgestorben	

Die ungleichmäßige Abgrenzung der Schadstufen erfolgte unter Berücksichtigung der natürlichen Schwankungsbreite in der biologischen Entwicklung der Bäume und aus der Erfahrung heraus, daß geringe und hohe Nadel-/Blattverluste relativ leicht, mittlere jedoch schwieriger einzuschätzen sind.

Für den Anteil der vergilbten (chlorotischen) Nadel- oder Blattmasse werden in gleicher Weise Vergilbungsstufen gebildet. Abschließend werden die Ergebnisse in Kronenzustandsstufen (**kombinierte Schadstufen**) zusammengefaßt. Die Zuordnung der Probebäume zu den kombinierten Schadstufen ergibt sich dabei aus der Zusammenführung der Nadel-/Blattverluststufen und der Vergilbungstufen entsprechend Tabelle 2.

Tabelle 2

Matrix zur kombinierten Kronenzustandseinstufung aus Kronenverlichtung (Verluststufe) und Vergilbung/Chlorose (Vergilbungsstufe)

Kombinierte Schadstufe aufgrund von Verlust und Vergilbung der Nadeln/Blätter			
Nadel-/Blatt-verluststufe	Vergilbungsstufe (Anteil der vergilbten Nadel-/Blattmasse)		
	1 (11–25 %)	2 (26–60 %)	3 (61–100 %)
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

Die Nadel-/Blattverluststufen und Kronenverlichtungsstufen sind wie die kombinierten Schadstufen Vereinbarungen zur übersichtlichen Ergebnisdarstellung.

Für jede Auswertungseinheit (Land und Wuchsgebiet, sowie z. T. noch nach Hauptbaumarten und zwei Altersgruppen) wird der prozentuale Anteil der Bäume in den fünf Schadstufen berechnet. Um die Schadstufenanteile für eine Auswertungseinheit mit einer Fehlerquote von weniger als fünf Prozent richtig schätzen zu können, sind mindestens 300 Probebäume je Baumart und Auswertungseinheit nötig.

Schließlich wird die mittlere Schadstufenverteilung der jeweiligen Auswertungseinheit berechnet und dargestellt. Aus diesem Vorgehen ergibt sich eine gewisse Nivellierung der Schadenssituation für das entsprechende Gebiet. Dieser Mittelwert wird sowohl vom Anteil und der Schadstufenverteilung der – meist stärker geschädigten – über 60jährigen Bäume als auch vom Anteil der am stärksten geschädigten Baumart beeinflußt.

Da es sich bei der WSE um ein Schätzverfahren handelt, bei dem es vor allem um die Darstellung von Größenordnungen bei den Waldschäden geht, wird seit einiger Zeit auf die Angabe von Dezimalen bei den Schadstufenanteilen verzichtet.

Die Bundesländer veröffentlichen die Ergebnisse der WSE auf der Grundlage der von ihnen durchgeführten Erhebung. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten faßt die Daten der Länder zusammen und wertet sie im Waldzustandsbericht der Bundesregierung gemeinsam aus. Zur Charakterisierung der Schadenssituation in einer Auswertungseinheit hat sich der Anteil deutlich geschädigter Bäume (Summe der Schadstufen 2, 3 und 4) als besonders geeignete Kenngröße erwiesen. In den Waldzustandsberichten von Bund und Ländern werden daher neuerdings das Ausmaß dieser deutlichen Schäden und deren Veränderungen neben den Anteilen der Stufen 0 (ohne Schadmerkmale) und 1 (schwach geschädigt – Warnstufe) besonders dargestellt.

Aus den bisherigen Erhebungen ist zu erkennen, daß ältere Bäume wesentlich mehr Nadel-/Blattverluste aufweisen als jüngere. Deshalb werden die Ergebnisse der WSE nach zwei Altersgruppen ausgewiesen. Um eine annähernde Halbierung in je eine Gruppe ältere und jüngere Bäume zu erreichen, wurde das Stichprobenkollektiv einheitlich für alle Baumarten in über und unter 60 Jahre alte Bäume geteilt. Die Entwicklung in der Gruppe der älteren Bäume ist insbesondere unter dem Aspekt des frühzeitigen Erkennens eines starken Schadfortschrittes zu betrachten. Veränderungen der Schadenssituation in der Gruppe der jüngeren Bäume sind insbesondere hinsichtlich der für die künftige Bestandessicherung notwendigen waldbaulichen Konsequenzen von größerer Bedeutung.

Abschließend ist anzumerken, daß aufgrund der naturgegebenen jährlichen und regionalen Schwankungen im Kronenzustand für die Bewertung der Schadensentwicklung die vergleichbaren langfristigen Zeitreihen von hohem Wert sind. Kurzfristige jährliche Veränderungen dürfen deshalb nur sehr zurückhaltend und nur im Zusammenhang mit der gesamten Zeitreihe interpretiert werden.

8. Gibt es Verfahrensalternativen zur terrestrischen Waldschadenserhebung?

Mit der WSE ist es gelungen, seit 1984 länder- und bundesweit eine jährliche Inventur im gleichen Zeitraum nach weitgehend einheitlicher Methode durchzuführen. Damit liegen vielseitig auswertbare Zeitreihen zur Entwicklung des Kronenzustandes in den Wäldern Deutschlands vor.

Es gibt prinzipiell zwei Techniken, um Waldschäden zu erheben:

- vom Boden aus (terrestrisches Verfahren) oder
- aus der Luft (Fernerkundungsverfahren), und zwar
  - = vom Flugzeug aus z. B. mit Color-Infrarot(CIR)-Luftbildern oder
  - = von Satelliten aus z. B. mit Landsat-thematic-mapper-Daten.

Bezogen auf die aufzunehmenden Objekte gibt es ebenfalls zwei Alternativen:

- die Einzelbaumansprache repräsentativer Stichprobenbäume, die bei Großrauminventuren wie der terrestrischen WSE oder der Auswertung großmaßstäbiger CIR-Luftbilder aus Zeit- und Kostengründen angewendet wird, oder
- die Bestandesansprache aller Waldbestände eines Untersuchungsgebietes, die
  = aus mittelmaßstäbigen CIR-Luftbildern eine vollflächige Kartierung starker Waldschäden und allmählicher Bestandesverlichtungen ermöglicht oder
  = mittels Satellitendaten – Auflösung 30 x 30 m – eine Abgrenzung größerer Schadzonen gestattet.

Da in unseren Wäldern immer Bäume verschiedener Schadstufen unmittelbar nebeneinander stehen und dabei die Stufen relativ geringer Schädigung i.d.R. überwiegen, ist für die terrestrische WSE ein Stichprobenverfahren mit Einzelbaumansprache gewählt worden.

Detailinformationen für Auswertungsebenen unterhalb der Wuchsgebiete, für die das Raster der terrestrischen WSE zu grob ist, werden heute vielfach mit Hilfe wesentlich dichterer Stichprobenraster aus CIR-Luftbildern gewonnen. Aus großmaßstäbigen Luftbildern (ca. 1 : 5 000) sind heute dank moderner Interpretationsschlüssel annähernd dieselben Schadensmerkmale (Kronenverlichtung, Vergilbung etc.) wie bei der terrestrischen Erhebung feststellbar. In ihrer Genauigkeit sind beide nahezu gleichwertig. Dennoch kann die Verwendung von CIR-Luftbildern terrestrische Erhebungen auf Landes- bzw. Bundesebene nicht ersetzen. Sie erfordern noch einen erheblichen Interpretations- und Kostenaufwand; auch ist die erforderliche Aktualität (Zeitnähe) nicht immer gegeben.

Die Bestandesansprache gewinnt insbesondere für Waldgebiete mit hohem Anteil erheblich geschädigter Bestände (Hauptschadensgebiete) zunehmende Bedeutung. Hierbei ist der Einsatz von CIR-Luftbildern üblich. Die Verwendung von Satellitendaten für Inventurarbeiten in Wäldern wird intensiv wissenschaftlich bearbeitet. In „fernerkundungsgerechten Waldgebieten" (z. B. zahlreiche gleichaltrige Fichtenreinbestände) ist eine Schadenserhebung durch Auswertung von Satellitendaten bereits möglich. Mit einer Reihe von Zusatzinformationen gekoppelt (Baumarten, Bestandesalter, Ertragsklassen, Relief und Bodenform) können sie künftig insbesondere bei der Bestandesansprache eine größere Rolle spielen. Sie stellen eine gute Dokumentationsreihe dar, sind derzeit aber noch in ihrer Aktualität begrenzt, da Überflugrhythmus und witterungsabhängige Aufnahmebedingungen die Nutzbarkeit beschränken.

Es stellt sich somit nicht die Frage nach alternativen Verfahren zur terrestrischen WSE, die sich in der bisherigen Praxis zweifellos bewährt hat, sondern die Frage nach

- der richtigen Wahl des für die jeweilige Problemstellung günstigsten Verfahrens sowie
- der methodischen Weiterentwicklung der Erhebungsverfahren.

Ausgehend von den bisherigen Erfahrungen mit der WSE und ersten Ergebnissen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald sowie angesichts des nach wie vor auf die Waldökosysteme einwirkenden Komplexes von Schadfaktoren ergibt sich die Notwendigkeit, bei der Beurteilung der Ergebnisse von Waldschadenserhebungen künftig noch engere Beziehungen zu Bodenzustand, Schadstoffeintrag, Ernährungsstörungen und zu Witterungsabläufen herzustellen.

9. Welche Bedeutung kommt der Waldschadenserhebung im Rahmen einer komplexen Umweltüberwachung zu?

Mit Hilfe der WSE konnte flächendeckend die kritische Situation in den Wäldern erkannt und dargestellt werden. Sie ist quasi der Finger am Puls des „Patienten Wald" und daher auch künftig unverzichtbarer Teil einer komplexen Umweltüberwachung. Von der WSE sind entscheidende Impulse für den schrittweisen Aufbau einer intensiven Waldschadensforschung ausgegangen. Die Ursachen der Waldschäden kann und soll sie jedoch nicht aufdekken.

Die qualifizierte Nutzung der verfügbaren Inventurtechnik und Erhebungskriterien der WSE wird es ermöglichen, diese Erhebung in Zukunft noch wirksamer in ein System zur komplexen Überwachung der natürlichen Umwelt der Menschen einzubinden. Die Einbeziehung biologischer Kriterien in die kontinuierliche Beobachtung unserer Umwelt hat sich bewährt und muß fortgeführt werden.

Anhang 7.2

Tabellen

Tabelle 1a

Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1994
Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale

Land	Anteil der Bäume ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0) [in %]										
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	**1994**
Bremen	·	48	16	20	40	43	58	48	59	59	**55**
Hamburg	44	23	20	34	48	49	48	46	48	55	**52**
Niedersachsen	64	64	63	67	58	57	46	56	48	49	**42**
Nordrhein-Westfalen	58	63	59	55	61	61	58	58	50	50	**49**
Schleswig-Holstein	73	66	61	50	52	52	54	53	60	57	**50**
Nordwestdeutsche Länder	**62**	**64**	**61**	**60**	**51**	**58**	**52**	**57**	**50**	**50**	**46**
Berlin	48	24	21	28	29	34	47*	23*	35	31	**32**
Brandenburg	·	·	·	·	·	·	41[1])	29	30	44	**42**
Mecklenburg-Vorpommern	·	·	·	·	·	·	42[1])	19	11	13	**41**
Sachsen	·	·	·	·	·	·	51[1])	37	39	41	**40**
Sachsen-Anhalt	·	·	·	·	·	·	24[1])	28	31	29	**35**
Thüringen	·	·	·	·	·	·	34[1])	19	16	17	**22**
Ostdeutsche Länder	**·**	**·**	**·**	**·**	**·**	**·**	**34[1])**	**27**	**25**	**31**	**37**
Baden-Württemberg	34	34	35	40	41	40	37[1])	39	26[1])	23[1])	**35**
Bayern	42	39	36	38	43	41	·	27	23	36	**31**
Hessen	58	54	52	52	45	46	40[1])	29	31	29	**25**
Rheinland-Pfalz	58	53	54	54	50	50	50[1])	47	46	46	**39**
Saarland	69	62	58	46	48	56	·	56	55	51	**53**
Süddeutsche Länder	**45**	**43**	**41**	**43**	**44**	**43**	**·**	**34**	**29**	**33**	**32**

· = Keine Ergebnisse verfügbar
* = Ende der Zeitreihe in (West-)Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-)Berlin
[1]) = Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 1b

Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1994
Anteil der Bäume mit schwachen Schäden

Land	Anteil der Bäume mit schwachen Schäden (Schadstufe 1) [in %]										
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	**1994**
Bremen	·	31	42	55	47	37	37	39	31	28	**30**
Hamburg	45	51	50	42	37	37	36	37	35	31	**33**
Niedersachsen	27	26	26	25	32	30	37	34	39	35	**41**
Nordrhein-Westfalen	31	27	30	29	29	29	29	31	34	34	**36**
Schleswig-Holstein	15	24	26	27	30	30	31	32	27	27	**32**
Nordwestdeutsche Länder	**28**	**26**	**28**	**27**	**38**	**30**	**33**	**32**	**36**	**34**	**38**
Berlin	44	6	52	50	46	43	40*	48*	51	44	**47**
Brandenburg	·	·	·	·	·	·	35 1)	38	45	39	**40**
Mecklenburg-Vorpommern	·	·	·	·	·	·	18 1)	32	46	57	**48**
Sachsen	·	·	·	·	·	·	24 1)	36	40	35	**35**
Sachsen-Anhalt	·	·	·	·	·	·	24 1)	38	37	38	**47**
Thüringen	·	·	·	·	·	·	32 1)	31	30	33	**33**
Ostdeutsche Länder	**·**	**·**	**·**	**·**	**·**	**·**	**30 1)**	**35**	**41**	**40**	**40**
Baden-Württemberg	42	39	42	39	42	40	44 1)	44	50 1)	46 1)	**39**
Bayern	32	33	38	41	39	41	·	43	45	42	**39**
Hessen	33	34	29	29	38	37	41 1)	42	36	36	**37**
Rheinland-Pfalz	34	38	38	37	40	40	40 1)	41	41	40	**40**
Saarland	24	28	31	37	33	29	·	27	27	28	**29**
Süddeutsche Länder	**35**	**35**	**37**	**38**	**39**	**40**	**·**	**42**	**44**	**42**	**39**

· = Keine Ergebnisse verfügbar
* = Ende der Zeitreihe in (West-)Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-)Berlin
1) = Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 1c

Waldschäden nach Ländern von 1984 bis 1994
Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden

Länder	Anteil der Bäume mit deutlichen Schäden (Schadstufen 2–4) [in %]										
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	**1994**
Bremen	·	21	42	25	13	20	5	13	10	13	**15**
Hamburg	11	26	30	24	15	14	16	17	17	14	**15**
Niedersachsen	9	10	11	8	10	13	17	10	13	16	**17**
Nordrhein-Westfalen	11	10	11	16	10	10	13	11	16	16	**15**
Schleswig-Holstein	12	10	13	23	18	18	15	15	13	16	**18**
Nordwestdeutsche Länder	**10**	**10**	**11**	**13**	**11**	**12**	**15**	**11**	**14**	**16**	**16**
Berlin	8	14	28	22	25	23	13 *	29 *	14	25	**21**
Brandenburg	·	·	·	·	·	·	24 [1])	33	25	17	**18**
Mecklenburg-Vorpommern	·	·	·	·	·	·	40 [1])	49	43	30	**11**
Sachsen	·	·	·	·	·	·	25 [1])	27	21	24	**25**
Sachsen-Anhalt	·	·	·	·	·	·	52 [1])	34	32	33	**18**
Thüringen	·	·	·	·	·	·	34 [1])	50	54	50	**45**
Ostdeutsche Länder	·	·	·	·	·	·	**36 [1])**	**38**	**34**	**29**	**23**
Baden-Württemberg	24	27	23	21	17	20	19 [1])	17	24 [1])	31 [1])	**26**
Bayern	26	28	26	21	18	18	·	30	32	22	**30**
Hessen	9	12	19	19	17	17	19 [1])	29	33	35	**38**
Rheinland-Pfalz	8	9	8	9	10	10	10 [1])	12	13	14	**21**
Saarland	7	10	11	17	19	15	·	17	18	21	**18**
Süddeutsche Länder	**20**	**22**	**22**	**19**	**17**	**17**	·	**24**	**27**	**25**	**29**

· = Keine Ergebnisse verfügbar
* = Ende der Zeitreihe in (West-)Berlin, Beginn einer neuen Zeitreihe (Gesamt-)Berlin
[1]) Ergebnisse aufgrund einer Erhebung im 16 x 16 km-Raster

Tabelle 2a

Entwicklung der Waldschäden 1994 im Vergleich zum Vorjahr
Nadelbäume

Baumart	Ländergruppe	Anteil der Schadstufen [in %]								
		0 ohne Schadmerkmale			1 schwache Schäden			2–4 deutliche Schäden		
		1993	1994	**Veränderung**	1993	1994	**Veränderung**	1993	1994	**Veränderung**
Fichte	Nordwestdt.	59	55	**– 4**	25	29	**+ 4**	16	16	**±0**
	Ostdt.	32	35	**+ 3**	33	32	**– 1**	35	33	**– 2**
	Süddt.	39	40	**+ 1**	40	37	**– 3**	21	23	**+ 2**
	Gesamt D	**42**	**42**	**± 0**	**36**	**34**	**– 2**	**22**	**24**	**+ 2**
Kiefer	Nordwestdt.	51	44	**– 7**	40	45	**+ 5**	9	11	**+ 2**
	Ostdt.	33	38	**+ 5**	44	44	**± 0**	23	18	**– 5**
	Süddt.	31	24	**– 7**	47	49	**+ 2**	22	27	**+ 5**
	Gesamt D	**36**	**34**	**– 2**	**44**	**46**	**+ 2**	**20**	**20**	**±0**
sonstige Nadelbäume *)	Nordwestdt.	76	67	**– 9**	17	26	**+ 9**	7	7	**±0**
	Ostdt.	47	58	**+ 11**	37	33	**– 4**	16	9	**– 7**
	Süddt.	33	37	**+ 4**	37	33	**– 4**	30	30	**± 0**
	Gesamt D	**45**	**47**	**+ 2**	**32**	**31**	**– 1**	**23**	**22**	**– 1**
Nadelbäume gesamt	Nordwestdt.	59	53	**– 6**	29	35	**+ 6**	12	12	**± 0**
	Ostdt.	33	39	**+ 6**	41	40	**– 1**	26	21	**– 5**
	Süddt.	37	36	**– 1**	41	39	**– 2**	22	25	**+ 3**
	Gesamt D	**40**	**40**	**± 0**	**39**	**39**	**±0**	**21**	**21**	**± 0**

*) = z. B. Lärche, Douglasie, Tanne

Tabelle 2b

Entwicklung der Waldschäden 1994 im Vergleich zum Vorjahr
Laubbäume

Baumart	Ländergruppe	Anteil der Schadstufen [in %]								
		0 ohne Schadmerkmale			1 schwache Schäden			2–4 deutliche Schäden		
		1993	1994	**Veränderung**	1993	1994	**Veränderung**	1993	1994	**Veränderung**
Buche	Nordwestdt.	31	27	**– 4**	43	49	**+ 6**	26	24	**– 2**
	Ostdt.	18	27	**+ 9**	39	45	**+ 6**	43	28	**– 15**
	Süddt.	20	24	**+ 4**	49	40	**– 9**	31	36	**+ 5**
	Gesamt D	**22**	**25**	**+ 3**	**46**	**43**	**– 3**	**32**	**32**	**± 0**
Eiche	Nordwestdt.	31	26	**– 5**	38	44	**+ 6**	31	30	**– 1**
	Ostdt.	12	16	**+ 4**	33	38	**+ 5**	55	46	**– 9**
	Süddt.	14	14	**± 0**	37	35	**– 2**	49	51	**+ 2**
	Gesamt D	**19**	**17**	**– 2**	**36**	**38**	**+ 2**	**45**	**45**	**± 0**
sonstige Laubbäume *)	Nordwestdt.	56	55	**– 1**	35	36	**+ 1**	9	9	**± 0**
	Ostdt.	27	40	**+ 13**	44	40	**– 4**	29	20	**– 9**
	Süddt.	57	48	**– 9**	32	35	**+ 3**	11	17	**+ 6**
	Gesamt D	**47**	**47**	**± 0**	**37**	**37**	**± 0**	**16**	**16**	**± 0**
Laubbäume gesamt	Nordwestdt.	38	35	**– 3**	40	44	**+ 4**	22	21	**– 1**
	Ostdt.	22	31	**+ 9**	40	41	**+ 1**	38	28	**– 10**
	Süddt.	27	27	**± 0**	42	38	**– 4**	31	35	**+ 4**
	Gesamt D	**29**	**30**	**+ 1**	**41**	**40**	**– 1**	**30**	**30**	**± 0**

*) = z. B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 3

Entwicklung der deutlichen Schäden nach Baumarten und Ländergruppen in den Jahren 1984 bis 1994
(N = nordwestdeutsche, O = ostdeutsche, S = süddeutsche Länder, D = Bundesrepublik Deutschland)

Jahr	Anteil der Schadstufen 2–4 [in %]															
	Fichte				Kiefer				Buche				Eiche			
	N	O	S	**D**	N	O	S	**D**	N	O	S	**D**	N	O	S	**D**
1984	14	.	22	**21**	13	.	25	**21**	6	.	14	**11**	8	.	10	**9**
1985	13	.	27	**24**	11	.	20	**17**	7	.	17	**15**	9	.	20	**16**
1986	14	.	24	**22**	8	.	18	**15**	13	.	21	**19**	11	.	24	**20**
1987	13	.	18	**17**	3	.	16	**12**	25	.	20	**22**	18	.	24	**22**
1988	13	.	15	**15**	6	.	15	**12**	14	.	18	**17**	18	.	25	**24**
1989	11	.	14	**14**	4	.	14	**11**	21	.	22	**22**	22	.	27	**26**
1990	14	31	.	.	5	30	.	.	34	54	.	.	19	69	.	.
1991	13	38	22	**23*)**	4	39	25	**29*)**	20	41	28	**28*)**	16	50	32	**31*)**
1992	12	37	24	**24**	4	30	23	**24**	29	47	39	**38**	24	44	31	**32**
1993	16	35	21	**22**	9	23	22	**20**	26	43	31	**32**	31	55	49	**45**
1994	**16**	**33**	**23**	**24**	**11**	**18**	**27**	**20**	**24**	**28**	**36**	**32**	**30**	**46**	**51**	**45**

*) = Beginn einer neuen Zeitreihe für das seit dem 3. 10. 1990 erweiterte Bundesgebiet
. = keine Angaben verfügbar

Tabelle 4a

Veränderung der Waldschäden nach Bundesländern 1994
Nadelbäume

Land	Anteil der Schadstufen 2–4 und ihre Veränderung zum Vorjahr (in %)				
	Fichte	Kiefer	sonstige *) Nadelbäume	Nadelbäume gesamt	alle Baumarten
Bremen	45 (+ 10)	12 (± 0)	· (·)	17 (+ 2)	15 (+ 2)
Hamburg	22 (– 1)	18 (+ 1)	3 (+ 1)	16 (+ 1)	15 (+ 1)
Niedersachsen	20 (+ 1)	10 (+ 1)	7 (± 0)	13 (– 2)	17 (+ 1)
Nordrhein-Westfalen	12 (± 0)	14 (+ 6)	9 (– 1)	12 (+ 1)	15 (– 1)
Schleswig-Holstein	31 (– 3)	1 (± 0)	4 (– 1)	17 (– 1)	18 (+ 2)
Nordwestdeutsche Länder .	**16 (± 0)**	**11 (+ 2)**	**7 (± 0)**	**12 (± 0)**	**16 (± 0)**
Berlin	· (·)	19 (– 1)	4 (– 3)	18 (– 2)	21 (– 4)
Brandenburg	· (·)	18 (+ 1)	6 (± 0)	18 (+ 1)	18 (+ 1)
Mecklenburg-Vorpommern	15 (– 31)	10 (– 16)	3 (– 18)	9 (– 18)	11 (– 19)
Sachsen	33 (+ 3)	20 (± 0)	5 (·)	26 (+ 2)	25 (+ 1)
Sachsen-Anhalt	9 (– 8)	10 (– 20)	· (·)	10 (– 18)	18 (– 15)
Thüringen	42 (– 2)	46 (– 3)	32 (– 9)	43 (– 2)	45 (– 5)
Ostdeutsche Länder	**33 (– 2)**	**18 (– 5)**	**9 (– 7)**	**21 (– 5)**	**23 (– 6)**
Baden-Württemberg	23 (·)	29 (·)	38 (·)	26 (– 4)	26 (– 5)
Bayern	26 (+ 4)	27 (+ 15)	35 (·)	27 (+ 7)	30 (+ 8)
Hessen	24 (+ 2)	45 (± 0)	22 (+ 4)	31 (+ 2)	38 (+ 3)
Rheinland-Pfalz	13 (+ 5)	7 (± 0)	9 (+ 4)	10 (+ 3)	21 (+ 7)
Saarland	11 (– 2)	17 (– 4)	14 (± 0)	12 (– 2)	18 (– 3)
Süddeutsche Länder	**23 (+ 2)**	**27 (+ 5)**	**30 (± 0)**	**25 (+ 3)**	**29 (+ 4)**
Bundesrepublik Deutschland	**24 (+ 2)**	**20 (± 0)**	**22 (– 1)**	**21 (± 0)**	**25 (+ 1)**

( ) = Veränderungen im Vergleich zu 1993
· = keine Angaben verfügbar
*) = z. B. Lärche, Douglasie, Tanne

Tabelle 4b

Veränderung der Waldschäden nach Bundesländern 1994
Laubbäume

Land	Anteil der Schadstufen 2–4 und ihre Veränderung zum Vorjahr (in %)				
	Buche	Eiche	sonstiges *) Laubholz	Laubbäume gesamt	alle Baumarten
Bremen	· (·)	13 (+ 5)	15 (+ 3)	13 (+ 3)	15 (+ 2)
Hamburg	7 (− 4)	9 (+ 1)	18 (+ 3)	13 (± 0)	15 (+ 1)
Niedersachsen	31 (+ 3)	39 (+ 4)	10 (− 1)	27 (+ 3)	17 (+ 1)
Nordrhein-Westfalen	19 (− 6)	26 (− 5)	7 (− 2)	18 (− 5)	15 (− 1)
Schleswig-Holstein	21 (+ 2)	22 (+ 8)	11 (+ 4)	18 (+ 4)	18 (+ 2)
Nordwestdeutsche Länder	**24 (− 2)**	**30 (− 1)**	**9 (± 0)**	**21 (− 1)**	**16 (± 0)**
Berlin	3 (− 2)	38 (−13)	17 (− 4)	26 (− 8)	21 (− 4)
Brandenburg	15 (− 3)	24 (+ 1)	17 (− 1)	18 (− 1)	18 (+ 1)
Mecklenburg-Vorpommern	9 (−25)	28 (−19)	11 (−19)	14 (−20)	11 (−19)
Sachsen	· (·)	· (·)	14 (·)	22 (− 4)	25 (+ 1)
Sachsen-Anhalt	24 (−16)	56 (−12)	28 (− 2)	35 (− 9)	18 (−15)
Thüringen	47 (−15)	76 (± 0)	39 (−12)	49 (−12)	45 (− 5)
Ostdeutsche Länder	**28 (−15)**	**46 (− 9)**	**20 (− 9)**	**28 (−10)**	**23 (− 6)**
Baden-Württemberg	23 (·)	38 (·)	12 (·)	23 (− 9)	26 (− 5)
Bayern	38 (+10)	71 (+12)	21 (·)	39 (+10)	30 (+ 8)
Hessen	46 (+ 5)	60 (+ 7)	23 (− 3)	47 (+ 4)	38 (+ 3)
Rheinland-Pfalz	37 (+13)	38 (+12)	12 (+ 6)	32 (+11)	21 (+ 7)
Saarland	30 (− 6)	22 (− 2)	6 (− 2)	22 (− 3)	18 (− 3)
Süddeutsche Länder	**36 (+ 5)**	**51 (+ 2)**	**17 (+ 6)**	**35 (+ 4)**	**29 (+ 4)**
Bundesrepublik Deutschland	**32 (± 0)**	**45 (± 0)**	**16 (± 0)**	**30 (± 0)**	**25 (+ 1)**

( ) = Veränderungen im Vergleich zu 1993
· = keine Angaben verfügbar
*) = z. B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 5

Waldschäden nach Baumarten, Altersgruppen und Schadstufen 1994

Baumart	Anteil der Schadstufen [in %]								
	unter 60jährig			über 60jährig			Gesamt		
	0	1	2–4	0	1	2–4	0	1	2–4
Fichte	65	26	**9**	13	45	**42**	42	34	**24**
Kiefer	46	40	**14**	22	52	**26**	34	46	**20**
sonst. Nadelbäume [1])	63	28	**9**	13	37	**50**	47	31	**22**
Nadelbäume gesamt	**58**	**32**	**10**	**17**	**48**	**35**	**40**	**39**	**21**
Buche	53	37	**10**	13	46	**41**	25	43	**32**
Eiche	38	37	**25**	8	39	**53**	17	38	**45**
sonst. Laubbäume [2])	54	33	**13**	30	46	**24**	47	37	**16**
Laubbäume gesamt	**51**	**35**	**14**	**14**	**44**	**42**	**30**	**40**	**30**
alle Baumarten	**55**	**33**	**12**	**16**	**46**	**38**	**36**	**39**	**25**

[1]) z. B. Lärche, Douglasie, Tanne
[2]) z. B. Ahorn, Linde, Roteiche, Pappel

Tabelle 6a

Fichte – Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1994 nach Altersgruppen

Jahr	Anteil der Fichten in Schadstufe 2–4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	**Gesamt**
1984	9	39	**21**
1985	11	45	**24**
1986	10	41	**22**
1987	7	34	**17**
1988	5	29	**15**
1989	4	29	**14**
1990	.	.	**.**
1991	10	42	**23**
1992	11	44	**24**
1993	8	40	**22**
1994	**9**	**42**	**24**

. = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6b

Kiefer – Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1994 nach Altersgruppen

Jahr	Anteil der Kiefern in Schadstufe 2–4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	**Gesamt**
1984	14	30	**21**
1985	11	24	**17**
1986	9	21	**15**
1987	7	19	**12**
1988	9	16	**12**
1989	6	17	**11**
1990	.	.	**.**
1991	23	36	**29**
1992	19	29	**24**
1993	16	26	**20**
1994	**14**	**26**	**20**

. = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6c

Buche – Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1994 nach Altersgruppen

Jahr	Anteil der Buchen in Schadstufe 2–4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	**Gesamt**
1984	6	14	**12**
1985	7	18	**14**
1986	9	24	**19**
1987	9	28	**22**
1988	8	22	**17**
1989	5	30	**22**
1990	.	.	**.**
1991	12	35	**28**
1992	20	47	**38**
1993	14	39	**32**
1994	**10**	**41**	**32**

. = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6d

Eiche – Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1994 nach Altersgruppen

Jahr	Anteil der Eichen in Schadstufe 2–4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	**Gesamt**
1984	4	11	**9**
1985	8	20	**16**
1986	8	25	**20**
1987	11	26	**22**
1988	11	30	**24**
1989	10	32	**26**
1990	.	.	**.**
1991	19	37	**31**
1992	22	37	**32**
1993	24	54	**45**
1994	**25**	**53**	**45**

. = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 6e

Alle Baumarten – Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 1994 nach Altersgruppen

Jahr	Anteil der Bäume in Schadstufe 2–4 in %		
	bis 60jährig	über 60jährig	**Gesamt**
1984	9	27	**17**
1985	10	30	**19**
1986	9	31	**19**
1987	8	29	**17**
1988	7	25	**15**
1989	6	28	**16**
1990	.	.	**.**
1991	15	37	**25**
1992	16	39	**27**
1993	12	37	**24**
1994	**12**	**38**	**25**

. = keine Angaben verfügbar; ab 1990 Beginn einer neuen Zeitreihe: Einbezug der neuen Länder

Tabelle 7

Entwicklung der Vergilbungen nach Baumarten in den Jahren von 1986 bis 1994

	Anteil der Bäume[2]) mit Vergilbungen/Verfärbungen [in %]					
	Fichte	Kiefer	Tanne	Buche	Eiche	alle Baumarten
bis 60jährig						
1986	6	2	8	7	3	5
1987	4	2	5	5	5	4
1988	3	4	9	9	3	4
1989	5	2	15	6	2	4
1990	*	*	*	*	*	*
1991	6	6	13	4	3	5
1992	6	8	1	4	4	7
1993	7	2	14	9	7	5
1994	**4**	**5**	**12**	**3**	**7**	**5**
über 60jährig						
1986	9	2	16	10	2	7
1987	8	2	10	6	1	5
1988	7	3	14	9	3	6
1989	9	2	17	8	3	6
1990	*	*	*	*	*	*
1991	9	6	14	6	4	7
1992	7	8	21	12	5	9
1993	7	2	33	14	6	8
1994	**7**	**6**	**17**	**6**	**6**	**6**
Gesamt						
1986	7	2	13	9	2	6
1987	5	2	8	5	2	4
1988	5	3	12	9	3	5
1989	7	2	17	7	2	5
1990	*	*	*	*	*	*
1991	7	6	13	6	4	6
1992	6	8	14	9	5	8
1993	7	2	26	12	6	6
1994	**5**	**5**	**15**	**5**	**6**	**5**

* Beginn einer neuen Zeitreihe für das seit dem 3. Oktober 1990 erweiterte Bundesgebiet

[1]) Angaben für 1993 ohne Bremen und Hamburg

[2]) In dieser Tabelle sind die Bäume erfaßt, bei denen mehr als 10% der Nadel-/Blattmasse Verfärbungs- bzw. Vergilbungserscheinungen aufweisen

Tabelle 8

Entwicklung der Waldschäden bei Tanne in den Jahren von 1984 bis 1994

Jahr	Anteil der Schadstufen [in %]		
	0	1	**2–4**
1984	13	29	**58**
1985	13	21	**67**
1986	17	22	**61**
1987	21	27	**52**
1988	27	28	**47**
1989	27	29	**44**
1990	·	·	·
1991	24	35	**41**
1992	23	35	**42**
1993	15	34	**51**
1994	**21**	**29**	**50**

· = keine Angaben verfügbar

Tabelle 9

Insekten- und Pilzbefall 1994

Befall in Schadstufe	Anteil der Bäume [in %] mit mittlerem und starkem Schädlingsbefall *)				
	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	**Gesamt**
0 (ohne Schadmerkmale)	0,4	0,5	2,3	2,9	**0,9**
1 (schwach geschädigt)	1,1	0,8	3,5	7,5	**2,2**
2 (mittelstark geschädigt)	2,1	3,7	3,1	21,7	**5,6**
3 (stark geschädigt)	8,3	18,0	4,6	40,9	**14,2**
Alle Schadstufen	**1,2**	**1,4**	**3,1**	**13,6**	**2,7**

*) d. h.: über 25 % der Nadel-/Blattmasse sind erkennbar von Schädlingen befallen

Beispiel: 2,1 % der mittelstark geschädigten Fichten (Schadstufe 2) litten unter mittlerem oder starkem Schädlingsbefall

Tabelle 10

Länderübergreifende Wuchsgebiete

Wuchsgebiet Nr.	Bezeichnung	betroffene Länder
11	Weserbergland	NW, NI, HE
14	Harz	NI, ST, TH
17	Bergisches Land	NW, RP
18	Sauerland	NW, RP
26	Westerwald	HE, RP
29	Rhön	BY, HE
32	Hunsrück	RP, SL
33	Taunus	RP, HE
34	Saar-Nahe-Berg- und Hügelland	RP, SL
36	Rhein-Mainebene, Oberrheinisches Tiefland	BW, HE, RP
37	Odenwald	BW, BY, HE
38	Spessart	BY, HE
61	Ostmecklenburger-Nordbrandenburger Jungmoränenlandschaft	BB, MV
63	Altmärkisches Altmoränenland	BB, MV, ST
65	Mittelbrandenburger Jungmoränenland	BB, ST
67	Fläming und Wittenberger Altmoränenland	BB, ST
68	Niederlausitzer-Altmoräne	BB, ST, SN
70	Sächsisch-Anhaltinische/Leipziger Sandlößebene	SN, ST
71	Sächsisch-Thüringer Löß-Hügelland	SN, ST
74	Thüringer Becken und Randlagen	TH, ST
77	Vogtland	TH, SN

Tabelle 11

Waldschäden nach Wuchsgebieten und Schadstufen 1994

Wuchsgebiet	Waldfläche[1]) [in TSD. ha]	Anteil der Schadstufen [in %]		
		0	1	2–4
Nordwestdeutsche Wuchsgebiete				
(1) Schleswig-Holstein Nordwest	18,4	54	27	**19**
(2) Schleswig-Holstein Südwest	30,2	45	32	**23**
(3) Schleswig-Holstein Ost	86,2	51	34	**15**
(4) Großraum Hamburg	4,3	52	33	**15**
(5) Niedersächsischer Küstenraum	45,2	34	42	**24**
(6) Mittel-Westniedersächsisches Tiefland	204,8	50	39	**11**
(7) Großraum Bremen	0,5	55	30	**15**
(9) Ostniedersächsisches Tiefland	369,6	49	39	**12**
(10) Westfälische Bucht	166,5	35	48	**17**
(11) Weserbergland	239,3	33	45	**22**
(12) Nordwestdeutsche Berglandschwelle	56,8	37	40	**23**
(13) Südniedersächsisches Bergland	92,0	25	47	**28**
(14) Harz	170,4	35	41	**24**
(15) Niederrheinisches Tiefland	53,6	42	44	**14**
(16) Niederrheinische Bucht	47,0	56	37	**7**
(17) Bergisches Land	115,0	41	41	**18**
(18) Sauerland	304,0	56	29	**15**
Süddeutsche Wuchsgebiete				
(19) Nördliches hessisches Schiefergebirge	109,0	24	38	**38**
(20) Nordwesthessisches Bergland	92,0	23	39	**38**
(21) Nordosthessisches Bergland	137,4	31	39	**30**
(22) Nordeifel	80,4	59	32	**9**
(23) Westeifel	70,4	51	35	**14**
(24) Osteifel	80,5	37	38	**25**
(25) Mittelrheintal	18,1	31	53	**16**
(26) Westerwald	107,0	35	38	**27**
(27) Giessener Becken und Wetterau	26,6	37	29	**34**
(28) Vogelsberg und östlich angrenzendes Sandsteingebirge	99,4	33	29	**38**
(29) Rhön	112,7	27	35	**38**
(30) Gutland	34,2	48	43	**9**
(31) Moseltal	30,2	31	53	**16**
(32) Hunsrück	162,2	46	37	**17**
(33) Taunus	132,6	23	41	**36**
(34) Saar-Nahe-Berg- und Hügelland	69,4	38	28	**34**
(35) Saarländisch-Pfälzische Moorniederung	14,1	*	*	*
(36) Rhein-Mainebene, Oberrheinisches Tiefland	191,5	26	40	**34**
(37) Odenwald	123,3	19	44	**37**
(38) Spessart	175,3	22	43	**35**
(39) Fränkische Platte	79,4	23	25	**52**
(40) Fränkischer Keuper und Albvorland	304,3	29	44	**27**
(41) Oberpfälzer Jura, Frankenalb	345,0	28	40	**32**
(42) Oberfränkisches Triashügelland	71,4	18	49	**33**
(43) Frankenwald und Fichtelgebirge	147,5	16	43	**41**
(44) Oberpfälzer Becken- und Hügelland	126,6	23	52	**25**
(45) Oberpfälzer Wald	77,9	17	56	**27**

* Da das Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich
[1]) Stand: 1991

noch Tabelle 11

Wuchsgebiet	Waldfläche[1]) [in TSD. ha]	Anteil der Schadstufen [in %]		
		0	1	2–4
(46) Saar-, Hügel- und Bergland	53,6	52	29	**19**
(47) Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet	14,1	*	*	*
(48) Pfälzerwald	142,8	35	45	**20**
(49) Neckarland	363,1	34	42	**24**
(50) Bayerischer Wald	221,5	26	39	**35**
(51) Schwarzwald	383,7	31	36	**33**
(52) Baar-Wutach	43,5	17	42	**41**
(53) Schwäbische Alb	215,2	41	38	**21**
(54) Bayerisches Tertiäres Hügelland	274,6	36	42	**22**
(55) Südwestdeutsches Alpenvorland	147,3	50	36	**14**
(56) Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten	111,9	42	42	**16**
(57) Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge	174,5	39	39	**22**
(58) Bayerische Alpen	296,9	34	34	**32**
Ostdeutsche Wuchsgebiete				
(59) Mecklenburg-Vorpommern/Küstenland	138,5	38	52	**10**
(60) West- u. Mittelmecklenburger Jungmoränenland	193,7	36	50	**14**
(61) Ostmecklenburger-Nordbrandenburger Jungmoränenlandschaft	282,6	48	39	**13**
(62) Südwestmecklenburger Altmoränenland	79,9	62	32	**6**
(63) Altmärkisches Altmoränenland	140,9	35	48	**17**
(64) Nordostbrandenburger Jungmoränenland	38,4	63	29	**8**
(65) Mittelbrandenburger Jungmoränenland (einschließlich Großraum Berlin)	351,6	40	41	**19**
(66) Stendaler Altmoränenland	43,2	39	54	**7**
(67) Fläming und Wittenberger Altmoränenland	188,8	32	47	**21**
(68) Niederlausitzer Altmoräne	275,0	38	42	**20**
(69) Nordöstliches Harzvorland	22,4	33	46	**21**
(70) Sächsisch-Anhaltinische/Leipziger Sandlößebene	9,6	*	*	*
(71) Sächsisch-Thüringer Löß-Hügelland	40,4	42	31	**27**
(72) Lausitzer Berg- u. Hügelland	56,6	45	41	**14**
(73) Elbsandstein/Oberlausitz	49,9	43	31	**26**
(74) Thüringer Becken und Randlagen	197,0	20	33	**47**
(75) Südwestthüringer Trias-Hügelland	51,6	27	34	**39**
(76) Thüringer Gebirge	129,9	22	34	**44**
(77) Vogtland	71,3	29	35	**36**
(78) Erzgebirgsvorland	10,3	*	*	*
(79) Erzgebirge	140,7	37	30	**33**

* Da das Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich
[1]) Stand: 1991

Tabelle 12

Entwicklung der deutlichen Schäden in den Wuchsgebieten von 1986 bis 1994

Wuchsgebiet	Waldfläche[1]) [in TSD.ha]	Anteil der Schadstufen 2–4 [in %]		
		1986	1991	**1994**
Nordwestdeutsche Wuchsgebiete				
(1) Schleswig-Holstein Nordwest	18,4	15	18	**19**
(2) Schleswig-Holstein Südwest	30,2	18	25	**23**
(3) Schleswig-Holstein Ost	86,2	11	12	**15**
(4) Großraum Hamburg	4,3	30	17	**15**
(5) Niedersächsischer Küstenraum	45,2	18	16	**24**
(6) Mittel-Westniedersächsisches Tiefland	204,8	10	3	**11**
(7) Großraum Bremen	0,5	42	12	**15**
(9) Ostniedersächsisches Tiefland	369,6	5	4	**12**
(10) Westfälische Bucht	166,5	15	15	**17**
(11) Weserbergland	239,3	13	14	**22**
(12) Nordwestdeutsche Berglandschwelle	56,8	17	12	**23**
(13) Südniedersächsisches Bergland	92,0	19	20	**28**
(14) Harz	170,4	22	21	**24**
(15) Niederrheinisches Tiefland	53,6	14	9	**14**
(16) Niederrheinische Bucht	47,0	17	18	**7**
(17) Bergisches Land	115,0	6	11	**18**
(18) Sauerland	304,0	9	12	**15**
Süddeutsche Wuchsgebiete				
(19) Nördliches hessisches Schiefergebirge	109,0	16	32	**38**
(20) Nordwesthessisches Bergland	92,0	22	30	**38**
(21) Nordosthessisches Bergland	137,4	17	28	**30**
(22) Nordeifel	80,4	9	6	**9**
(23) Westeifel	70,4	5	7	**14**
(24) Osteifel	80,5	11	15	**25**
(25) Mittelrheintal	18,1	10	10	**16**
(26) Westerwald	107,0	8	13	**27**
(27) Giessener Becken und Wetterau	26,6	10	31	**34**
(28) Vogelsberg und östlich angrenzendes Sandsteingebirge	99,4	22	34	**38**
(29) Rhön	112,7	41	38	**38**
(30) Gutland	34,2	7	6	**9**
(31) Moseltal	30,2	10	10	**16**
(32) Hunsrück	162,6	9	13	**17**
(33) Taunus	132,6	16	24	**36**
(34) Saar-Nahe-Berg- und Hügelland	69,4	7	9	**34**
(35) Saarländisch-Pfälzische Moorniederung	14,1	*	*	*
(36) Rhein-Mainebene, Oberrheinisches Tiefland	191,5	19	19	**34**
(37) Odenwald	123,3	17	24	**37**
(38) Spessart	175,3	21	36	**35**
(39) Fränkische Platte	79,4	35	38	**52**
(40) Fränkischer Keuper und Albvorland	304,3	18	23	**27**
(41) Oberpfälzer Jura, Frankenalb	345,0	23	25	**32**
(42) Oberfränkisches Triashügelland	71,4	22	23	**33**
(43) Frankenwald und Fichtelgebirge	147,5	33	36	**41**
(44) Oberpfälzer Becken- und Hügelland	126,6	10	29	**25**
(45) Oberpfälzer Wald	77,9	16	25	**27**

* Da das Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich
[1]) Stand: 1991

noch Tabelle 12

Wuchsgebiet	Waldfläche[1]) [in TSD.ha]	Anteil der Schadstufen 2–4 [in %]		
		1986	1991	**1994**
(46) Saar-, Hügel- und Bergland	53,6	*12*	*18*	***19***
(47) Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet	14,1	•	•	•
(48) Pfälzerwald	142,8	*11*	*16*	***20***
(49) Neckarland	363,1	*19*	*17*	***24***
(50) Bayerischer Wald	221,5	*31*	*40*	***35***
(51) Schwarzwald	383,7	*39*	*22*	***33***
(52) Baar-Wutach	43,5	*33*	*21*	***41***
(53) Schwäbische Alb	215,2	*14*	*16*	***21***
(54) Bayerisches Tertiäres Hügelland	274,6	*18*	*21*	***22***
(55) Südwestdeutsches Alpenvorland	147,3	*11*	*10*	***14***
(56) Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten	111,9	*20*	*24*	***16***
(57) Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge	174,5	*29*	*33*	***22***
(58) Bayerische Alpen	296,9	*49*	*39*	***32***
Ostdeutsche Wuchsgebiete				
(59) Mecklenburg-Vorpommern/Küstenland	138,5	•	*51*	***10***
(60) West- u. Mittelmecklenburger Jungmoränenland	193,7	•	*48*	***14***
(61) Ostmecklenburger-Nordbrandenburger Jungmoränenlandschaft	282,6	•	*35*	***13***
(62) Südwestmecklenburger Altmoränenland	79,9	•	*45*	***6***
(63) Altmärkisches Altmoränenland	140,9	•	*31*	***17***
(64) Nordostbrandenburger Jungmoränenland	38,4	•	*14*	***8***
(65) Mittelbrandenburger Jungmoränenland (einschließlich Großraum Berlin) .	351,6	•	*36*	***19***
(66) Stendaler Altmoränenland	43,2	•	*64*	***7***
(67) Fläming und Wittenberger Altmoränenland	188,8	•	*36*	***21***
(68) Niederlausitzer Altmoräne	275,0	•	*33*	***20***
(69) Nordöstliches Harzvorland	22,4	•	*24*	***21***
(70) Sächsisch-Anhaltinische/Leipziger Sandlößebene	9,6	•	•	•
(71) Sächsisch-Thüringer Löß-Hügelland ..	40,4	•	*28*	***27***
(72) Lausitzer Berg- u. Hügelland	56,6	•	*12*	***14***
(73) Elbsandstein/Oberlausitz	49,9	•	•	***26***
(74) Thüringer Becken und Randlagen	197,0	•	*58*	***47***
(75) Südwestthüringer Trias-Hügelland	51,6	•	*44*	***39***
(76) Thüringer Gebirge	129,9	•	*50*	***44***
(77) Vogtland	71,3	•	*25*	***36***
(78) Erzgebirgsvorland	10,3	•	•	•
(79) Erzgebirge	140,7	•	*38*	***33***

• Da das Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich
• In den neuen Ländern wurde bis 1991 keine Waldschadenserhebung durchgeführt
[1]) Stand: 1991

Tabelle 13

Waldschäden nach Wuchsgebieten und Hauptbaumarten 1994
Anteil der Schadstufen 2–4 [in %], (n = Anzahl der Stichprobenbäume)

Wuchsgebiet Nr.	Alle Baumarten		Fichte		Kiefer		Buche		Eiche	
	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4
I. Wuchsgebiete mit überwiegendem Fichtenanteil (>35 %)										
(2)	1 056	**23**	452	**38**	*	*	*	*	*	*
(14)	3 936	**24**	2 588	**20**	*	*	899	**31**	*	*
(17)	2 066	**18**	805	**15**	*	*	359	**15**	393	**35**
(18)	7 652	**15**	4 552	**11**	*	*	1 658	**30**	721	**26**
(19)	2 272	**38**	881	**17**	*	*	673	**56**	336	**59**
(21)	2 880	**30**	1 068	**22**	352	**30**	850	**37**	*	*
(22)	2 105	**9**	1 027	**11**	*	*	300	**11**	333	**10**
(23)	888	**14**	438	**6**	*	*	*	*	*	*
(26)	1 712	**27**	640	**11**	*	*	601	**45**	*	*
(29)	2 967	**38**	1 029	**30**	560	**27**	741	**43**	*	*
(32)	2 232	**17**	1 029	**10**	*	*	313	**29**	457	**32**
(43)	4 371	**41**	3 493	**43**	515	**36**	*	*	*	*
(45)	3 657	**27**	2 000	**22**	1 141	**28**	*	*	*	*
(49)	5 041	**24**	1 631	**19**	489	**34**	1 066	**20**	695	**38**
(50)	6 658	**35**	4 286	**29**	699	**17**	704	**53**	*	*
(51)	5 513	**33**	2 842	**35**	254	**19**	649	**30**	*	*
(52)	595	**41**	494	**36**	*	*	*	*	*	*
(53)	2 920	**21**	1 605	**13**	*	*	893	**27**	*	*
(54)	10 155	**22**	6 949	**22**	1 433	**18**	453	**14**	*	*
(55)	2 193	**14**	1 676	**15**	*	*	*	*	*	*
(56)	4 425	**16**	3 196	**15**	358	**26**	*	*	*	*
(57)	6 000	**22**	4 376	**20**	*	*	443	**30**	*	*
(58)	7 314	**32**	5 093	**31**	*	*	908	**35**	*	*
(71)	432	**27**	*	*	*	*	*	*	*	*
(72)	696	**14**	*	*	*	*	*	*	*	*
(75)	1 128	**39**	492	**25**	*	*	*	*	*	*
(76)	2 280	**44**	1 795	**44**	*	*	*	*	*	*
(77)	1 272	**36**	964	**39**	*	*	*	*	*	*
(79)	2 208	**33**	1 881	**36**	*	*	*	*	*	*
II. Wuchsgebiete mit überwiegendem Kiefernanteil (>35 %)										
(6)	3 048	**11**	400	**12**	1 385	**10**	*	*	337	**30**
(9)	5 688	**12**	679	**19**	3 899	**10**	*	*	*	*
(36)	3 427	**34**	*	*	1 446	**32**	450	**42**	456	**56**
(40)	9 995	**27**	1 919	**28**	5 746	**16**	581	**48**	906	**75**
(44)	3 036	**25**	434	**19**	2 175	**36**	*	*	*	*
(48)	1 920	**20**	*	*	828	**9**	495	**38**	*	*
(59)	1 800	**10**	*	*	849	**8**	*	*	*	*
(60)	3 696	**14**	*	*	1 824	**13**	470	**11**	*	*
(61)	4 512	**13**	*	*	2 922	**14**	328	**15**	*	*
(62)	1 200	**6**	*	*	735	**5**	*	*	*	*
(63)	1 967	**17**	*	*	1 512	**14**	*	*	*	*
(64)	624	**8**	*	*	348	**10**	*	*	*	*
(65)	5 424	**19**	*	*	4 670	**19**	*	*	*	*
(66)	648	**7**	*	*	530	**6**	*	*	*	*
(67)	2 904	**21**	*	*	2 286	**18**	*	*	*	*
(68)	4 200	**20**	*	*	3 598	**19**	*	*	*	*

Erläuterung:
* = Da diese Baumart in dem Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich

noch Tabelle 13

Wuchsgebiet Nr.	Alle Baumarten		Fichte		Kiefer		Buche		Eiche	
	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4	n	Anteil 2–4
III. Wuchsgebiete mit überwiegendem Buchenanteil (>35 %)										
(3)	2 760	**15**	406	**17**	318	**1**	927	**20**	411	**22**
(11)	5 728	**22**	2 036	**17**	*	*	2 400	**24**	425	**45**
(12)	1 704	**23**	*	*	*	*	518	**31**	404	**43**
(13)	2 088	**28**	750	**18**	*	*	1 021	**39**	*	*
(27)	1 276	**34**	371	**11**	*	*	507	**37**	*	*
IV. Wuchsgebiete mit überwiegendem Eichenanteil (>35 %)										
(16)	795	**7**	*	*	*	*	*	*	*	*
(25/31)	576	**16**	*	*	*	*	*	*	*	*
(39)	2 996	**54**	390	**24**	482	**18**	474	**51**	1 047	**84**
V. Wuchsgebiete mit gleichmäßiger Baumartenverteilung										
(1)	960	**19**	*	*	*	*	*	*	*	*
(4)	4 677	**15**	811	**22**	1 689	**18**	573	**7**	436	**9**
(5)	2 712	**24**	462	**30**	597	**22**	*	*	559	**36**
(7)	456	**15**	*	*	*	*	*	*	*	*
(10)	3 190	**17**	311	**12**	818	**14**	506	**20**	753	**29**
(15)	870	**14**	*	*	*	*	*	*	*	*
(20)	1 696	**38**	577	**32**	350	**31**	485	**46**	*	*
(24)	984	**25**	320	**14**	*	*	*	*	*	*
(28)	1 504	**38**	621	**24**	*	*	441	**57**	*	*
(30)	408	**9**	*	*	*	*	*	*	*	*
(33)	2 572	**36**	767	**25**	*	*	687	**42**	446	**58**
(34)	1 032	**34**	*	*	*	*	*	*	343	**56**
(37)	2 009	**37**	622	**29**	413	**59**	392	**32**	*	*
(38)	5 848	**35**	1 804	**24**	1 277	**24**	1 144	**51**	557	**67**
(41)	9 460	**32**	3 630	**25**	3 477	**42**	1 378	**37**	333	**49**
(42)	1 138	**33**	413	**33**	569	**31**	*	*	*	*
(46)	1 728	**19**	*	*	*	*	442	**29**	428	**23**
(69)	336	**21**	*	*	*	*	*	*	*	*
(74)	3 552	**47**	762	**47**	947	**42**	851	**52**	371	**67**

Erläuterung:
* = Da diese Baumart in dem Wuchsgebiet weniger als 300 Probebäume umfaßt, sind keine Angaben möglich

Tabelle 14

Netzdichten, Stichprobenpunkte und Stichprobenbäume 1994

Bundesland	Netzdichte 1994	Anzahl der	
		Stichprobenpunkte	Stichprobenbäume
Baden-Württemberg	4 × 4 km	807	18 202
Bayern	4 × 4 km	1 686	74 741
Berlin	1 × 1 km	186	3 864
Brandenburg	4 × 4 km	557	13 367
Bremen	1 × 1 km	19	456
Hamburg	300 m × 300 m	378	4 677
Hessen	4 × 4 km (z. T. 4 × 2 km)	648	19 754
Mecklenburg-Vorpommern	4 × 4 km	326	7 680
Niedersachsen	4 × 4 km (z. T. 4 × 2 bzw. 2 × 2 km)	820	19 656
Nordrhein-Westfalen	4 × 2 km	1 015	19 220
Rheinland-Pfalz	4 × 4 km	413	9 912
Saarland	2 × 4 km	94	2 256
Sachsen	4 × 4 km	273	6 552
Sachsen-Anhalt	4 × 4 km	263	6 312
Schleswig-Holstein	z. T. 2 × 2, z. T. 4 × 2 km	199	4 776
Thüringen	4 × 4 km	350	8 232
Bundesrepublik		**8 034**	**219 657**

Tabelle 15a

Waldschäden in Europa
Ergebnisse der Waldschadenserhebung der UN/ECE 1993 für Nadelbäume

Region	Land	Anteil der Nadelbäume mit Nadelverlusten über 25 % (Schadstufen 2–4) [in %]								
		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1992/93
Nordeuropa ..	Estland	.	.	9,0	28,5	20,0	28,0	29,5	21,2	– 8,3
	Finnland	.	13,5	17,0	18,7	18,0	17,2	15,2	15,6	+ 0,4
	Lettland	.	.	.	.	43,0	.	45,0	41,0	– 4,0
	Litauen	.	14,8*)	3,0	24,0	22,9	27,8	17,5	29,2	+11,7
	Norwegen	.	.	20,8	14,8	17,1	19,0	23,4	20,9	– 2,5
	Schweden	11,1*)	5,6	12,3	12,9	16,1	12,3	16,9	10,6	– 6,3
Zentraleuropa	Deutschland [1])	19,5	15,9	14,0	13,2	15,0	24,8	23,8	21,4	– 2,4
	Jugoslawien [3])	23,0	16,1	17,5	39,1	34,6	15,9	.	.	.
	Kroatien	.	.	.	.	.	.	26,3	33,9	+ 7,6
	Liechtenstein	22,0	27,0	23,0	12,4	.	21,0*)	18,0	.	.
	Österreich	.	.	12,0	10,1	8,3	7,0	6,6	8,2	+ 1,6
	Schweiz	16,0	14,0	15,0	14,0	19,0	21,0	17,0	20,0	+ 1,0
	Slowakei [2])	(16,4)	(15,6)	(27,0)	(32,0)	(50,3)	(46,0)	44,0	49,9	+ 5,9
	Slowenien	.	.	.	.	34,6	31,3	.	27,0	.
	Tschechien [2])	(16,4)	(15,6)	(27,0)	(32,0)	(50,3)	(46,0)	58,4	52,7	– 5,7
Südeuropa ...	Griechenland	.	.	7,7	6,7	10,0	7,2	12,3	13,9	+ 1,6
	Italien	.	.	.	.	.	13,8	17,2	.	.
	Portugal	.	.	1,7	9,8	25,7	19,8	11,3	7,1	– 4,2
	Spanien	18,2*)	10,7*)	7,3	3,5	3,1	7,3	13,5	14,6	+ 1,1
	Türkei	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Westeuropa ..	Belgien	.	4,7*)	10,8*)	20,4	23,6	23,4	23,0	18,3	– 4,7
	Dänemark	.	24,0	21,0	24,0	18,8	31,4	28,6	37,0	+ 8,4
	Frankreich	12,5	12,0	9,1	7,2	6,6	6,7	7,1	8,2	+ 1,1
	Großbritannien	.	23,0	27,0	34,0	45,0	51,5	52,7	16,8	–35,9
	Irland	.	.	4,8	13,2	5,4	15,0	15,7	29,6	+13,9
	Luxemburg	4,2	3,8	11,1	9,5	.	.	6,3	9,0	+ 2,7
	Niederlande	28,9	18,7	14,5	17,7	21,4	21,4	34,7	30,6	– 4,1
Osteuropa ...	Bulgarien	4,7	3,8	7,6	32,9	37,4	26,5	25,5	26,9	+ 1,4
	Moldawien	.	.	.	.	.	.	.	45,2	.
	Polen	.	.	24,2	34,5	40,7	46,9	50,3	50,8	+ 0,5
	Rumänien	.	.	.	.	.	6,9	10,9	16,6	+ 5,7
	Rußland	.	.	.	.	.	4,2*)	5,2*)	4,5	– 0,7
	Ukraine	.	.	.	1,4	3,0	6,4	13,8	21,3	+ 7,5
	Ungarn	.	.	9,4	13,3	23,3	17,8	20,1	20,1	0,0
	Weißrußland	.	.	.	76,0	57,0	.	33,7	33,8	+ 0,1

[1]) Bis 1989 früheres Bundesgebiet, ab 1990 einschließlich neue Länder.
[2]) bis 1991 frühere CSFR, ab 1992 Trennung in Slowakische und Tschechische Republik.
[3]) seit 1992 Restjugoslawien ohne Kroatien.
*) Erhebung nur in Teilregionen.
. = keine Angaben verfügbar.

Tabelle 15b

Waldschäden in Europa
Ergebnisse der Waldschadenserhebung der UN/ECE 1993 für Laubbäume

Region	Land	Anteil der Laubbäume mit Blattverlusten über 25 % (Schadstufen 2–4) [in %]								
		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1992/93
Nordeuropa ..	Estland	nur Nadelbäume erhoben			.	.	.	.	1,1	.
	Finnland	.	4,7	7,9	12,6	11,6	7,7	10,1	12,8	+ 2,7
	Lettland	.	.	.	.	27,0	.	19,0	17,8	– 1,2
	Litauen	.	.	1,0	16,0	15,8	14,9	17,6	23,8	+ 6,2
	Norwegen	.	.	.	.	18,2	25,1	38,9	42,1	+ 3,2
	Schweden	.	.	5,2	.	22,1	9,1	13,5	.	.
Zentraleuropa	Deutschland[1]	16,8	19,2	16,5	20,4	23,8	26,5	32,0	29,9	– 2,1
	Jugoslawien[3]	.	7,3	9,0	8,2	4,4	8,2	.	.	.
	Kroatien	.	.	.	.	.	.	13,6	15,6	+ 2,0
	Liechtenstein	10,0	7,0	5,0	9,0	.	13,0*)	8,0	.	.
	Österreich	.	.	16,6	15,7	14,9	11,1	9,3	7,7	– 1,6
	Schweiz	8,0	15,0	7,0	6,0	12,0	13,0	12,0	13,0	+ 2,0
	Slowakei[2]	.	.	(29,1)	(37,0)	(33,9)	(23,7)	30,0	29,1	– 0,9
	Slowenien	.	.	.	.	4,4	5,8	.	11,0	.
	Tschechien[2]	.	.	(29,1)	(37,0)	(33,9)	(23,7)	31,9	55,1	+23,2
Südeuropa ...	Griechenland	.	.	28,5	18,4	26,5	28,5	25,0	29,8	+ 4,8
	Italien	.	3,6*)	2,9*)	9,5*)	16,7*)	17,1	18,5	.	.
	Portugal	.	.	0,8	8,6	34,1	36,6	29,1	7,5	–21,6
	Spanien	13,7*)	13,7*)	6,8	3,2	4,4	7,4	11,2	11,4	+ 0,2
	Türkei	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Westeuropa ..	Belgien	.	16,0*)	10,0*)	8,7	10,0	13,5	11,8	11,7	– 0,1
	Dänemark	.	20,0	14,0	30,0	25,4	27,3	21,2	27,0	+ 5,8
	Frankreich	4,8	6,5	5,3	4,8	7,7	7,4	8,5	8,4	– 0,1
	Großbritannien	.	20,0	20,0	21,0	28,8	65,6	67,8	17,1	–50,7
	Irland	nur Nadelbäume erhoben			.	.	.	.	.	.
	Luxemburg	5,6	10,1	12,3	13,9	.	33,9	30,5	31,0	+ 0,5
	Niederlande	13,2	26,5	25,4	13,1	11,5	9,4	31,1	13,1	–18,0
Osteuropa ...	Bulgarien	4,0	3,1	8,8	16,2	17,3	15,3	18,0	16,6	– 1,4
	Moldawien	.	.	.	.	.	.	.	50,9	.
	Polen	.	.	7,1	17,7	25,6	34,8	40,4	45,6	+ 5,2
	Rumänien	.	.	.	.	.	10,4	18,4	21,4	+ 3,0
	Rußland	nur Nadelbäume erhoben			.	.	.	.	.	.
	Ukraine	.	.	.	1,4	2,7	6,5	20,2	21,6	+ 1,4
	Ungarn	.	.	7,0	12,5	21,5	19,9	21,8	21,2	– 0,6
	Weißrußland	.	.	.	33,4	45,0	.	14,8	16,6	+ 1,8

[1]) Bis 1989 früheres Bundesgebiet, ab 1990 einschließlich neue Länder.
[2]) bis 1991 frühere CSFR, ab 1992 Trennung in Slowakische und Tschechische Republik.
[3]) seit 1992 Restjugoslawien ohne Kroatien.
*) Erhebung nur in Teilregionen.
. = keine Angaben verfügbar.

Waldzustandsbericht der Bundesregierung – Titel von 1982–1993

veröffentlicht in der

Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A, Heft-Nr.: s. einzelne Berichte, Landwirtschaftsverlag GmbH, Postfach 48 02 49, 48079 Münster.

1. Waldschäden durch Luftverunreinigung – Bericht des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, des Bundesministers des Innern und des Länderausschusses für Immissionsschutz aufgrund des Beschlusses der Umweltministerkonferenz vom 27. November 1981 (1982), Heft 273
2. Neuartige Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland, Bericht des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Waldschadenserhebung 1983
3. Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1984, Heft 309
4. Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1985, Heft 324
5. Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1986, Heft 334
6. Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1987, Heft 349
7. Waldzustandsbericht – Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1988, Heft 364
8. Waldzustandsbericht – Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1989, Heft 381
9. Bericht über den Zustand des Waldes 1990, Heft 390
10. Bericht über den Zustand des Waldes 1991, Heft 405
11. Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1992, Heft 415
12. Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1993, Heft 427

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53113 Bonn
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28/3 82 08 40, Telefax: 02 28/3 82 08 44
ISSN 0722-8333